

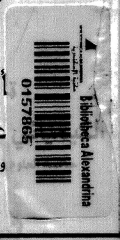
عبدان التيقن الشباب



اليفع
عدنان مساعده
والتكنولوجيا الأردنية

مطبوع بدعمن
وزارة الثقافة
عمان - الأردن

1997





كيمياء التقنيات البيئية



تأليف
الكيميائي عدنان مساعده
جامعة العلوم والتكنولوجيا
البحرية



الهيئة العامة لمكتبة الاسكندرية

1997

رقم الايداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(١٩٩٦/١٠/١٣٠٦)

رقم التصنيف : ٣٦٣ر٧٣

المؤلف ومن هو في حكمه : عدنان محمد مساعده

عنوان المصنف : كيمياء التلوث البيئي

الموضوع الرئيسي : ١ - العلوم الاجتماعية

٢ - التلوث البيئي

رقم الايداع : (١٩٩٦/١٠/١٣٠٦)

بيانات النشر :

* تم اعداد بيانات الفهرسة الاولى من قبل دائرة المكتبة الوطنية

الطبعة الاولى

حقوق الطبع محفوظة للمؤلف

1997

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قال تعالى :

﴿ إِنَّا عَرَضْنَا الْأَمَانَةَ عَلَى السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَالْجِبَالِ ،
فَأَبَيْنَ أَنْ يَحْمِلْنَهَا وَأَشْفَقْنَ مِنْهَا وَحَمَلَهَا الْإِنْسَانُ إِنَّهُ
كَانَ ظَلُومًا جَهُولًا ﴾

سورة الاحزاب آية (٧٢)

وعلينا أن نغرس في مواطننا فضيلة العطاء لوطنه
والحرص على موارده وحمايتها والتطوع لعمل الخير والاعتزاز
بما حياه الله من خير .

وهذا يتطلب ايضاً أن نرعى البيئة ونحافظ عليها ونحميها
من تلوث الماء والهواء والاردن في مرحلة البناء الجديدة يجب أن
يعطي المثل الناصع على نظافته وقدرته في الحفاظ على صحة
الانسان وبيئته .

من خطاب جلالة الملك الحسين حفظه الله
في افتتاح اللقاء الترموي الشامل في المركز الثقافي الملكي

بتاريخ 28 / 11 / 1988

الاهل،،،

إلى من كنن نبلاً مضيئاً لا ينقضي ... إلى صاحبة
القلب الكبير والروح الشريفة .

إلى من علمتني ... فكنن مدرستي الأولى ... مدرسة
العطاء والصدق والإيمان وحب الخير للناس جميعاً .

إلى روحها الطاهرة الممثلة حين تسكن في جوار الله
والغنية مرضية ... إلى والدي رحمة الله في ذكركم وفتها العالمة .

فهرس الكتاب

الصفحة

الموضوع

	الاهداء
13	تقديم
17	مقدمة الكتاب
21	الفصل الاول : تأثير التلوث على التوازن البيئي .
23	1 المقصود بالتوازن البيئي .
26	1 - 2 ظاهرة الصوبة الصناعية او البيت الزجاجي .
29	1 - 3 ظاهرة استنزاف الاوزون
34	1 - 4 ظاهرة المطر الحامضي
37	1 - 5 ظاهرة تدهور الغابات .
45	المفصل الثاني : تلوث الهواء
47	1 - 2 الهواء النقي
47	2 - 2 الهواء الملوث
48	2 - 3 تلوث الهواء بالملوثات الصناعية
48	- أكاسيد الكربون
58	- أكاسيد النيتروجين .
63	- أكاسيد الكبريت .
68	- كبريتيد الهيدروجين .
70	- سيانيد الهيدروجين .
72	- الاوزون .
72	- الامونيا .

- 73 2-4 تلوث الهواء بالجسيمات .
 74 - الجسيمات الصلبة .
 81 - جسيمات الهيدروكربونات .
 82 - جسيمات المبيدات الزراعية .
 82 - تلوث الهواء بالاسبست .
 85 - الجسيمات السائلة .
 87 2- تلوث الهواء بالنفايات الصلبة
 98 2- تلوث الهواء بالكيمائيات
 107 2- تلوث الهواء بسبب التدخين .
 113 2- تلوث الهواء بسبب الخروب

فصل الثالث : تلوث المياه

- 125 3-# الماء النقي .
 127 3-2 الماء الملوث
 130 3-3 تلوث المياه بالمواد الكيميائية .
 134 - الكيمائيات الزراعية .
 135 - المنظفات الكيميائية .
 142 - الفلزات الثقيلة .
 144 - الاسبست .
 150 3-4 تلوث المياه بالنفايات الصلبة .
 151 3-5 تلوث المياه بالنفط ومشتقاته .
 160 3-6 ملوثات أخرى للمياه .
 164 - لون المياه .
 168 - طعم المياه .
 169 - رائحة المياه .
 172 - الكدرة أو عكر المياه .
 173

175	3-7 التلوث الحراري للمياه .
176	3-8 ^م معالجة المياه .
185	الفصل الرابع : تلوث التربة .
187	4-1 مكونات التربة وأنواعها .
193	4-2 مصادر تلوث التربة .
194	4-3 تلوث التربة بالكيمائيات الزراعية .
200	4-4 تلوث التربة بالفضلات المنزلية والصناعية .
200	4-5 تلوث التربة بالأمطار الحامضية .
203	الفصل الخامس : التلوث الغذائي .
205	5-1 ما المقصود بالتلوث الغذائي ؟
206	5-2 تلوث الغذاء بالكيمائيات .
209	5-3 تلوث الغذاء بالبكتيريا .
215	الفصل السادس : تلوث البيئة بالاشعاع .
217	6-1 معنى التلوث بالاشعاع .
217	6-2 أنواع الجسيمات الاشعاعية ووحدات قياس الاشعة .
220	6-3 ظاهرة النشاط الاشعاعي .
223	6-4 التأثير البيولوجي للاشعاع المؤين .
229	6-5 تلوث الهواء بالاشعاع .
235	6-6 تلوث المياه بالاشعاع .
237	6-7 تلوث التربة بالاشعاع .
238	6-8 تلوث الغذاء بالاشعاع .
241	6-9 الكوارث البيئية الناتجة عن حوادث التلوث بالاشعاع .

245	الفصل السابع : التلوث الضوضائي .
247	1 - 7 ما المقصود بالتلوث الضوضائي ؟ .
248	2 - 7 مسببات او مصادر التلوث الضوضائي .
251	3 - 7 الاضرار الصحية الناتجة عن التلوث البيئي .
257	الفصل الثامن : دور البعد التربوي في الحد من مشكلة التلوث البيئي .
263	خاتمة الكتاب ..
265	ملاحق وجدول الكتاب .
287	معجم المصطلحات واختصرات العلمية .
309	قائمة مصادر الكتاب العربية والاجنبية .

تقديم

بقلم الاستاذ الدكتور محمود الدويري

نائب رئيس جامعة العلوم والتكنولوجيا الاردنية

لقد أصبح الحديث عن البيئة ومشكلاتها من القضايا الساخنة في هذا العصر ، لا سيما وأن هناك افرازات خطيرة نجمت عن هذه المشكلات المختلفة الأبعاد ، مما أحدث خللاً في عمليات التوازن البيئي حيث التصحر والجفاف وقلة المياه والتلوث البيئي فتأثرت الدورات الطبيعية في الحياة .

ومن الامثلة على تلوث البيئة التلوث بالكيماويات الزراعية من مبيدات واسمدة الذي أصبح سلاحاً ذو حدين في هذا الجانب ، بسبب الافراط في استخدامها حيث أدت الى تلوث التربة من خلال متبقيات المبيدات التي تبقى في الأرض لمدة طويلة ، وتتراكم عاما بعد عام لتصل الى تركيزات عالية يكون لها تأثير سيء على البيئة وعلى مصادر المياه في حال تسربها بطريقة او باخرى ، كما ان استعمال الاسمدة الزراعية ومنها الاسمدة النيتروجينية يؤدي الى زيادة تلوث المياه بالتترات التي تتحول الى النترات السام بواسطة بعض انواع البكتيريا مما يؤثر على الصحة العامة بشكل خطير .

لقد نشطت الدول والمجتمعات في بذل قصارى جهودها للحد من تفاقم المشاكل التي تواجه البيئة ومنها مشكلة التلوث التي أصبحت تهدد كوكبنا الارضي ، ادراكاً منها ان مسؤولية مواجهة هذه المشكلة العالمية واجب على الجميع للعمل على حماية هذا الكوكب من مخاطرها والسعي للحفاظ على بيئة سليمة وآمنة ، وتمثلت جهود دول العالم في عقد المؤتمرات العلمية ودعم الابحاث والدراسات والمؤلفات التي تسهم في الحد من اخطار التلوث عالمياً ، بالإضافة الى اتخاذ الاجراءات المناسبة ووضع التشريعات القانونية المتعلقة بحماية البيئة وصونها وضرورة المحافظة عليها .

ونحن في الاردن ، جزء من هذه القرية الكونية تتأثر بمخاطر هذه المشكلة العالمية ، وعلينا ان نبذل ما وسعنا الجهد من خلال مؤسساتنا العلمية في الجامعات ومراكز البحث ، لنسهم في وضع الحلول الناجعة التي تجعلنا نعيش في بيئة نظيفة ، ولا يتأتى ذلك الا بتضافر الجهود لیتعمق الانتماء لهذه الارض في ان تكون مصانة من اي عبث او فساد .

ويأتي هذا الجهد الكبير الذي بذله المؤلف في كتابه هذا ، ليعطي جانبا مهما من جوانب المشكلة حيث ركّز على كيمياء التلوث البيئي بطريقة يسهل على القارئ بشكل عام استيعابها ، كما يستفيد منه الطالب والباحث والمتخصص ، والذي يعطي الكتاب اهمية وقيمة هو تنوع مصادر المراجع العلمية التي جعلت المعلومات زاخرة وغطت جوانب المشكلة بشمولية ووضوح .

لقد اشتمل الكتاب على ثمانية فصول ، يقدم الفصل الاول منه شرحا لتأثير التلوث على التوازن البيئي وما نتج من ظواهر غير طبيعية مثل ظاهرة استنزاف الاوزون وظاهرة المطر الحامضي وغيرهما ، ويستعرض الفصل الثاني مشكلة تلوث الهواء بسبب افرازات الصناعة والتكنولوجيا التي زادت من تركيز الملوثات بدرجة كبيرة التي انعكست مخاطرها على الانسان والبيئة ، ويتناول الفصل الثالث تلوث المياه ومصادر هذا التلوث والمخاطر التي تهدد البشرية وطرق المعالجة ، كما يتطرق الفصل الرابع الى تلوث التربة بالكيمائيات الزراعية الامر الذي يقلل من خصوبة التربة وتدهورها وخلخلة النظام البيئي الزراعي ، ويحتوي الفصل الخامس على تلوث الغذاء كيميائيا وبكتيريا والعلاقة بين تلوث التربة وتلوث الغذاء .

ويتضمن الفصل السادس موضوع تلوث البيئة بالاشعاع والتأثيرات البيولوجية الخطيرة على الكائن الحي عن طريق التعرض المباشر للاشعة او عن طريق تلوث الهواء والماء والتربة والغذاء بالاشعاع التي تترك اثارا حادة على صحة الانسان ، ويحتوي الفصل السابع على التلوث الضوضائي الذي يعتبر شكلا آخر من اشكال الازعاج الشديد الناتج عن حركة وسائل النقل المختلفة وعن حركة الآلات في المصانع وغيرها.

ويشير الكتاب في الفصل الاخير الى اهمية البعد التربوي في معالجة مشكلة التلوث البيئي حيث هدف المؤلف من تناول هذا الموضوع الى غرس المفاهيم التربوية

والاخلاق البيئية لدى الانسان في هذه القرية الكونية وضرورة تبني قيم بيئية ايجابية تعزز الانتماء لهذا الكون بمسؤولية وامانة .

لقد احسن المؤلف صنعا في تناول مشكلة التلوث البيئي في الاردن وربطها في موضوعات الكتاب ، مما يعطي القاريء صورة عن واقع هذه المشكلة محليا بأبعادها المختلفة ، انني اثنم هذا الجهد الذي بذله المؤلف حيث أخذ من وقته الشيء الكثير ، وأمل أن يكون هذا الانجاز اضافة جديدة في مجال علوم البيئة يسد بعض الفراغ في المكتبة العربية .

وأخيراً وليس آخراً ، أرجو الله ان تستمر مثل هذه الجهود الشابة الحيّرة بالاهتمام بقضايا البيئة التي تبذل في اردننا الغالي بوعي ومعرفة متمثلين في ذلك خطى رائد مسيرة العلم والعلماء جلالة الملك الحسين بن طلال حفظه الله الذي يولي هذا الموضوع كل اهتمام ورعاية .

مقدمة الكتاب

لقد غدت مشكلة التلوث البيئي من القضايا الحادة التي أخذت تفكك إفراتاتها وآثارها بشكل مدمر في جوهر الحياة ومقوماتها ، وتشعبت أبعاد هذه المشكلة بطريقة متشابكة ومعقدة ، فالتلوث بالأشعاع مثلاً يقود إلى تلوث الهواء الذي نستنشق والماء الذي نشرب ، ويؤدي كذلك إلى تلوث التربة وبالتالي تلوث الغذاء ، ويرتب على هذا النوع من التلوث تأثير السلسلة الغذائية بشكل كبير ، مما ينعكس على صحة الإنسان حيث ستفكك به الأمراض الخطيرة بسبب الأشعاعات الناتجة ، ويتأثر أيضاً الحيوان من خلال غذائه على النبات ، فالمشكلة إذاً مترابطة ومتصلة إتصلاً وثيقاً في حلقات لا يمكن إغفال أو استثناء حلقة دون غيرها .

والتلوث بالكيمويات بمنتجاتها المختلفة من أسمدة زراعية ومبيدات حشرية ، ومواد تنظيف ومنتجات الصناعات النفطية وغيرها الكثير ، كلها أسهمت في تلوث بيئي خطير أصبح يهدد البيئة بسلامتها ، هذا بالإضافة إلى بروز أشكال أخرى من التلوث كالتلوث الضوضائي الناجم عن حركة السيارات والقطارات والطائرات وآلات المصانع وغيرها الذي أصبح يقلق راحة الإنسان ويكدر عليه العيش الآمن الهاديء ، وذلك بسبب الفوضى والاصوات التي أصبحت لا تطاق مما يترك تأثيراً كبيراً على صحة الإنسان النفسية والعقلية والجسدية .

إن ناقوس الخطر يقرع الآن ويدق بقوة ، قائلاً لكل المجتمعات استيقظوا من سباتكم وعودوا إلى رشدكم ووقفوا كل مظاهر الاستنزاف والفساد في هذه الأرض حيث ستنتهي هذه المشكلة ما لم يتم السيطرة عليها ، والحد من تفاقمها إلى كوارث بيئية حقيقية مثل التصحر والجفاف وزيادة ملوحة المياه وارتفاع منسوبها وغيرها من الكوارث ، كما نجد أن الكثير من الكائنات أصبحت تغادر هذه الأرض مودعة فراراً وهرباً إلى عالم مجهول ومظلم ، لأنها ترفض العيش في كون سمته البارز التلوث والفوضى والقلق ، ومثال على ذلك ظاهرة الانتحار الجماعي لمجموعة من الحيتان التي جنت على سواحل جزيرة (تسمانيا) جنوب استراليا عام ١٩٨٤ في عملية انتحارية جماعية أمام جمهور من سكان المنطقة حيث لاقت حتفها بعد قليل على الصخور الساحلية تخلصاً من المعاناة القاسية والظروف غير المحتملة التي تلقتها هذه الكائنات بسبب تلوث المياه بالنفط بكميات كبيرة .

وسأركز في هذا الكتاب على مفهوم كيمياء التلوث البيئي من خلال مصادره المختلفة، مبيناً من خلال التفاعلات الكيميائية التي تتعلق بالتلوث البيئي تأثير ذلك على مقومات الحياة من هواء وماء وتربة وغذاء، فالأمطار الحامضية على سبيل المثال تشكل نتيجة تفاعلات كيميائية بين أكاسيد غازات الكربون والنيتروجين والكبريت المنبعثة من الأنشطة الصناعية إلى الجو، وتتفاعل هذه الأكاسيد مع بخار الماء في الجو وتسقط على هيئة أمطار حامض الكربونيك والنيتريك والكبريتيك وغيرها، مسببة آثاراً مدمرة على البيئة .

كما سأطرق إلى الآثار الصحية القاتلة التي استفحل خطرها بسبب أنانية الإنسان في هذا العصر، خصوصاً في البلدان الصناعية التي كان هدفها الأول والأخير الربح المادي دون مراعاة البعد البيئي الذي كان من الواجب أن يسير جنباً إلى جنب مع كل مشاريع التنمية، وسيكون له مردود سلبي على المدى البعيد على هذه الدول في مختلف المجالات الصحية والاقتصادية، وأذكر هنا أن المجتمعات أصبحت تعاني من قلق كبير على مستقبل أفرادها الصحي والنفسي، بالإضافة إلى المبالغ الطائلة التي تنفقها الدول لعلاج الكثير من الأمراض السرطانية الخطيرة كسرطان الرئة والجلد واللويميا، وأمراض أخرى تؤثر على الدماغ كالتلوث بالمعادن الثقيلة مثل الرصاص والزئبق، إلى غير ذلك من أمراض كثيرة التي ظهرت نتيجة إفرازات مشكلة التلوث البيئي .

وبعد، فأرجو الله تعالى، أن أكون قد وفقت في تقديم طرح علمي دقيق لهذه المشكلة الخطيرة التي أعطيته من وقتي ما يزيد على أربع سنوات من المتابعة والبحث، لأن الواجب يحتم علينا أن نسهم في تحليل هذه المشكلة من مختلف أبعادها العلمية والتربوية والاقتصادية والاجتماعية، لكي تتمكن الدول والمجتمعات والمؤسسات ذات العلاقة من إيقاف المسيرة العنيفة التي يمارسها الإنسان، وليتم إنقاذ ما يمكن إنقاذه من مظاهر الاستنزاف والهدر للموارد الطبيعية، التي هي أساس التوازن البيئي في هذا الوجود، مع أن الاسهام مهما كان متواضعا يعتبر حجر أساس، ولبنة مهمة من لبنات البناء . والواجب أن لا نقف موقف المتفرج، والنار تحيط بنا فهي لا ترحم أحداً، ولا تميز بين الأخضر واليابس، ولا يجوز لنا كذلك ان نشاهد مناظر الفرق لهذا الكون، وندعي أننا لا نجد العوم والسباحة .

ويحضرني هنا، تلك القصة الخيالية التي تحمل بين سطورها معاني ودلالات

كبيرة ، حيث نشب حريق في غابة ، فهرب الفيل والنمر والثعلب والأفعى من ألسنة النيران بعيداً وأخذت تتفرج ، ولكن العصفور أخذ يذهب إلى أماكن بعيدة ليأتي بالماء بمنقاره ، محاولاً إطفاء الحريق الذي نشب في الغابة، فأخذت الحيوانات تسخر منه وتستهزئ بعمله فلما سمع العصفور ذلك ، أجاب إجابة الواثق من نفسه قائلاً : إنني أقوم بما يمليه عليّ الواجب .

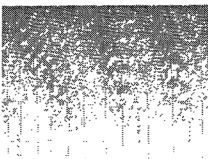
نعم ، إن الواجب يملئ علينا جميعاً أن نسهم في دراسة أبعاد المشكلة والاهتمام بها ، وإيجاد الحلول الناجعة لها ، متسلحين بالوعي والمعرفة وممارسة سلوكيات إيجابية تتم عن الإلتزام والمحبة لهذا الكون الذي كلفنا الله تعالى بمسؤولية حمل الأمانة فيه ، بعد أن أشفقت من حملها السموات والأرض والجبال .

والله ولي التوفيق

عدنان محمد مساعده

جامعة العلوم والتكنولوجيا / إربد

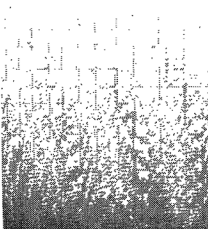
المملكة الأردنية الهاشمية



الفصل الأول

تأثير التلوث على التوازن البيئي

The Effect Of Pollution on The
Environmental Equilibrium



تأثير التلوث البيئي على التوازن البيئي

1-1 ما المقصود بالتوازن البيئي ؟ وكيف يؤثر التلوث على التوازن البيئي ؟

البيئة Environment والتوازن البيئي Environmental Equilibrium مفهومان متداخلان يؤثر أحدهما بالآخر تأثيراً مباشراً ، ومن خلال معرفة المقصود بهذين المفهومين يمكن توضيح هذا التداخل . يقصد بالبيئة : انها مجموعة النظم الطبيعية والاجتماعية التي يعيش فيها الانسان والكائنات الاخرى ، والتي يستمدون منها زادهم ويؤدون فيها نشاطهم [169] وعرفها مؤتمر ستوكهولم في عام 1972 بانها : كل شيء يحيط بالانسان [170] .

ويمكن تعريف التوازن البيئي بانه : (حالة الاستقرار الطبيعي لمكونات النظام البيئي وتفاعلاتها وعلاقاتها الوظيفية ومدخلات وظائفها ومخرجاتها ، وينطبق ذلك سواء بسواء على النظم البيئية الفرعية والنظام البيئي الكلي) [65] . وعندما نتحدث عن النظام البيئي المتوازن ومكوناته ومن ضمنها الهواء مثلاً نخلص الى ان مكونات الهواء اوجدها الله تعالى بنسب معينة لتناسب الانسان والكائنات الاخرى ، فالهواء مزيج من الغازات هي النيتروجين بنسبة 78 % والاكسجين بنسبة 21 % ثاني اكسيد الكربون بنسبة 0.325 % وبقايا بسيطة بنسبة 0.9 % من غازات النيون والهيدروجين والهيليوم والكربتون وبخار الماء [11] .

وشاءت قدرة الله ان خلق الانسان والحيوان والنباتات الخضراء ومجموعات صغيرة كالكائنات الدقيقة لتشكّل بمجموعها مكونات النظام البيئي بحيث يكون لكل من هذه المخلوقات دور في الحفاظ على التوازن البيئي ، فالانسان والحيوان يستخدم النبات في غذائه والكائنات الدقيقة تقوم بتحليل بقايا النباتات والحيوانات وتحولها مرة اخرى الى ثاني اكسيد الكربون والعناصر الاساسية التي تتكون منها هذه النباتات ، وهذه الأدوار التي تقوم بها هذه المخلوقات سخرت للحفاظ على توازن النظام البيئي [11] .

وبسبب فساد السلوك الانساني ظهرت انواع خطيرة من التلوث البيئي Environmental Pollution اثرت على التوازن البيئي بشكل كبير ، وقبل ان اين مظاهر ذلك ، نجب على سؤال ما التلوث البيئي ؟ التلوث كمفهوم له دلالات واسعة حيث اخذت كلمة التلوث في اللغة : (من لاث الشيء بالشيء ، خلطه به ومرسه

ويقال لوث الشيء في التراب اي لطّخه به ، والشيء ولكه في الماء باليد حتى انحلت اجزائه [2] . ويهنا هنا معنى التلوث البيئي فهناك تعريفات متعددة منها تعريف الاستاذ (محمد الفقي) الذي عرفه بأنه : (تواجد اي مواد تفسد نظام الطبيعة وما تحتويه من كائنات حية وغلاف جوي ، إضافة الى افسادها للخواص الطبيعية والكيمائية للأشياء مما يؤدي الى الاختلال بالتوازن البيئي) [11,55] . وعرفه الدكتور (جابر ابراهيم) بأنه : (كل تغيير ناتج عن تدخل الانسان في انظمة البيئة ، مما يترتب اضراراً بشكل مباشر او غير مباشر للكائنات الحية) [55] ، ويقصد بالتلوث البيئي ايضاً : (التدخل في نقاوة الهواء والماء والتربة بسبب امتزاجها بالمواد الكيمائية المؤذية المتنوعة) [44] .

وأرى هنا ان التلوث البيئي هو : (احداث خلل في نظام التوازن البيئي من خلال سلوكيات خاطئة مارسها الانسان تجاه بيئته فتؤدي الى تغيير الصفات الكيمائية والطبيعية او الافساد الذي صنعته يد الانسان في طبيعة المكونات الرئيسية للحياة وخواصها الكيمائية مما اثر في نقاء الهواء فاصبح ملوثاً ، وفي الماء فاصبح آسناً ، وعلى التربة فقدت الكثير من عناصرها المهمة) .

وكما نلاحظ فان جميع التعريفات لم تتجاهل دور الانسان وتأثيره الكبير في البيئة التي يعيش فيها ، وان محور مشكلة البيئة وما نتج عنها من افرزات التلوث هو الانسان ، بفعل ما ارتكبت يده من فساد في البر والبحر قال تعالى ﴿ ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت ايدي الناس ، ليذيقهم بعض الذي عملوا لعلهم يرجعون ﴾ سورة الروم / ٤١ .

كما تمثل التلوث في هدر الكثير من الموارد الطبيعية عن طريق تدمير الغابات في العالم واقتلاعها ، واستنزاف موارد المياه فكميات كبيرة من الثروة المائية تضيع هدرًا بسبب سوء الاستعمال او الاهمال من قبل الافراد والمجتمعات ، إضافة الى الاسهام في تلويث مصادرها عن طريق القاء النفايات فيها بانواعها المختلفة مما اثر على نوعيتها وطبيعتها ، وادى الى القضاء على الكائنات البحرية وتلوث السلسلة الغذائية فيها .

وبرز على سبيل المثال شكل من اشكال التلوث هو التلوث الضوضائي Noise Pollution الذي اصبح مصدر قلق وازعاج يؤثر على البيئة والانسان ، حيث ثبت ان هذا الضجيج يؤثر على صحة الانسان النفسية والعضوية على حد سواء ،

وتلحق الضوضاء أضراراً بالجهازين السمعي والعصبي وقد تؤدي الى تدمير جهاز السمع بالكامل وبالتالي الموت اذا وصل مستوى الضوضاء الى تراكيز عالية [145,178] .

ومنها أيضاً التلوث الاشعاعي Radiant Pollution حيث لا يكاد يخفى على احد تأثيره المدمر على بنية الخلية للكائن الحي حيث تحدث الاشعاعات خللاً وتدميراً في الجينات الوراثية ، مما يؤدي الى حدوث امراض خطيرة كالسرطان بانواعه في حالة تعرض الجسم لجرعات كبيرة من الاشعاع تتجاوز الحد المسموح به [27,29,44,129,199] . كما تلوث التربة والغذاء بفعل المنتجات الكيميائية من اسمدة زراعية ومبيدات حشرية مثل D.D.T. التي ثبت ان لها تأثيراً خطيراً على صحة الانسان [160] ، بالإضافة الى وجود ملوثات اخرى كالفنايات المنزلية التي اصبحت قضية معقدة تواجه المجتمعات والدول فقد انتشرت الامراض والأوربة بسبب هذه الملوثات [13] .

فالتلوث البيئي اذاً ، يؤدي الى الاضرار بالعمل الطبيعي للكائنات الحية ، ويؤثر على صحة الانسان مسبباً له الامراض الخطيرة نتيجة طرح المواد الكيماوية التي تلوث الهواء والماء والغذاء [146] ، ويؤثر سلباً على البيئة حيث انعكس ذلك على المحاصيل الزراعية والتربة [140,145,160] ، كما شوه التلوث الناحية الجمالية للبيئة من خلال تراكم الكم الهائل من الغازات التي قذفتها مظاهر الثورة الصناعية والتكنولوجية المتمثلة في المصانع وعوادم السيارات والطائرات حيث غزت هذه الملوثات Pollutants الغلاف الجوي ، واصبحت مخاطرها كبيرة بسبب تركيزاتها العالية جداً فتأثر التوازن البيئي وبرزت ظواهر خطيرة اخذت تهدد العالم [5,13,20,145] ، ومن اهم هذه الظواهر ظاهرة الصوبة الصناعية [7] او فيما يعرف بظاهرة البيت الزجاجي Green House Effect المتمثلة في زيادة انبعاث كميات غاز ثاني اكسيد الكربون في الجو مما ادى الى ارتفاع درجة حرارة العالم [134,154,172]، ومنها ظاهرة استنزاف طبقة الاوزون بسبب مركبات الكلوروفلورو كربون حيث يعتقد ان هذه المركبات هي المسؤولة عن تآكل هذه الطبقة [17] ، وظاهرة الامطار الحامضية وظاهرة تدهور الغابات وموتها وقلة المياه والتصحّر [11,15,22] ، وسأتي هنا الى ذكر تأثير كل من هذه الظواهر على التوازن البيئي .

2- 1 ظاهرة الصوبة الصناعية او البيت الزجاجي

تلخص هذه الظاهرة في ارتفاع درجة حرارة الارض ، فقد اصبحت مناطق كثيرة من العالم اكثر دفئاً مما كانت عليه بسبب الزيادة في تركيز ثاني اكسيد الكربون CO_2 المنبعثة الى الجو [7] ، ويقود ذلك الى حدوث تعقيدات بيئية جديدة [44] ، علماً ان الاشعاع الذي ينبعث من الشمس يتكون من موجات عديدة مختلفة الطول ، ولا يصل الا جزء يسير من الاشعاع الى سطح الارض بسبب دور طبقة الاوزون في الجو التي تمتص بكفاءة عالية الاشعة فوق البنفسجية Ultra Violet ، كما يتم امتصاص الاشعة تحت الحمراء Infra Red من قبل ثاني اكسيد الكربون وبخار الماء ، لذا فلا يصل الى سطح الارض الا الاشعة المرئية Visible [44] .

ويمكن اعتبار غاز ثاني اكسيد الكربون كمرشح Filter لاشعة الشمس وباتجاه واحد ، حيث يسمح للموجات المرئية باختراقه ولا يسمح للموجات في المجال تحت الضوء الاحمر المنبعثة من سطح الارض باختراقه بالاتجاه المعاكس وهذا يؤدي الى زيادة تدريجية في معدل درجة حرارة الارض [7,22,44,154] .

ويتوقع العلماء ان الاستمرار في قذف هذه الملوثات الى الجو بكثافة كبيرة سيؤثر على ارتفاع متوسط درجة حرارة العالم 4 درجات مئوية خلال الاربعين سنة القادمة ، ويرتفع بناءً على ذلك مستوى ماء البحر بمقدار 1.4 متراً ، الامر الذي يعرض مراكز سكانية للخطر قبل نهاية القرن القادم بكثير .

كما ان الجفاف والفيضانات التي حدثت وستحدث في مناطق العالم المختلفة كان سببها ارتفاع درجة حرارة العالم ، وان هذا التغير في خريطة المناخ على الكرة الارضية سينتج عنه اضطرابات كبيرة مثل ذوبان جزء من الثلوج الدائمة في الجبال العالية المدارية والمعتدلة [7,12,42,43,44] .

وقد حذر العلماء من مخاطر هذه الظاهرة في مؤتمر (تورنتو) الذي عقد في كندا عام 1988 عن الجو المتغير ، ودعوا الى تخفيض نسبة ثاني اكسيد الكربون بنسبة 20 % عام 2000 م ، واعلن (جيمس هانسن) احد الذين درسوا ظاهرة الصوبة امام مجلس الشيوخ الامريكي في 23 / 6 / 1988 بقوله : ان الارض في عام 1988 اصبحت أدفأ منها في اي وقت مضى ، وان التدفئة الشاملة للارض قد غدت اكبر بسبب ظاهرة الصوبة الصناعية التي اصبحت بالفعل كبيرة حتى لتبدأ في التأثير

على إمكانية حدوث وقائع متطرفة مثل موجات الصيف الحارة والجفاف في الجنوب الشرقي ووسط غرب أمريكا ، وقد يصبح أكثر تكراراً في العالم [7,132] .

كما حذر الباحث (ميك كيللي) من جامعة (إيست انجليا) البريطانية من أن هذا النمط الفوضوي للتباينات الحرارية المتطرفة هو بالضبط ما نتوقعه عندما تبدأ ظاهرة الصوبة البشرية - كما تسمى أيضاً - عملها لتغيير نموذج مناخ العالم ، والحق أنه طالما كنا لا نزال نضيف من انبعاثات غازات الصوبة في الغلاف الجوي ، فمن المستحيل أن يتوطد نظام جديد ، بل سيستمر النموذج المضطرب متوأكباً نحو ارتفاع درجة الحرارة في عام 2030 مما سيجعل العالم عرضة لذبذبات مجنونة من المناخ المتطرف [7] .

ومن المناطق التي تأثرت بارتفاع درجة الحرارة غرب ووسط البحر المتوسط حيث واجهت في صيف عام 1987 موجة حارة رهيبية ارتفعت فيها درجة الحرارة الى أكثر من 43 درجة مئوية ، وتكرر النموذج في عام 1988 ، كما حدث حر قاتل في اليونان وجنوب اسبانيا في نفس العام ، بالإضافة الى ارتفاع درجات الحرارة في كثير من العواصم الأوروبية حيث وصلت في موسكو الى 27 درجة مئوية ، وفي لندن الى 19 درجة مئوية .

ان زيادة انبعاث ثاني اكسيد الكربون يؤدي الى ارتفاع مستوى ماء البحر حيث من المتوقع ان يصل الى 30 سنتيمتراً بحلول عام 2030م ، وان الاستمرار في تزايد هذه الملوثات قد يتسبب في ذوبان مستودعات الجليد التي تشكل ثلاثة ارباع الماء العذب في العالم [7,44] ، وهذا يعني حدوث كوارث غرق لكثير من مناطق العالم ، فمثلاً لقد اصبحت كل من مدينتي (لندن) و (هال) وجزء كبير من منطقة (إيست أنجليا) في بريطانيا تحت مستوى المد العالي بالنسبة لنهر التايمز ، لذلك يقترح علماء من معهد ايكولوجيا الارض من اجل وقف الارتفاع المتوقع لمستوى ماء البحر خلال العقود الستة القادمة ، بأن تنفق بريطانيا ما يقارب 8.5 مليار جنيه استرليني على إقامة حواجز وحصون حول نهر التايمز على ان يبدأ العمل فوراً ، كما ستحدث مأس في البلاد ذات الكثافة السكانية العالية قرب البحر ، ومنها دلتا النيل ، وان ارتفاع مستوى سطح البحر بمعدل 50 سنتيمتراً سيفرق 0.04 % من مساحة مصر و 16% من الشعب المصري الذي يعيش على هذا الشريط الساحلي ، وفي بنغلادش اذا ارتفع مستوى سطح البحر متراً واحداً كما هو متوقع في اواخر القرن القادم ، فإن

ذلك سيؤدي الى اختفاء 12% من أراضيها و 9% من سكانها و 11% من الارض الزراعية ، وستزداد الاعاصير وستصبح اكثر عنفاً ، واما مياه الخليج فستغمر عدداً من المدن الساحلية بالكويت والعراق وقطر والبحرين والامارات العربية [7] .

والسؤال الذي يطرح نفسه هنا هو كيف نواجه هذه الظاهرة الخطيرة التي تهدد العالم بالغرق بسبب ارتفاع درجات الحرارة المتزايد عاماً بعد عام ، والذي يرتبط بزيادة تركيز ثاني اكسيد الكربون في الجو ؟!

إن الاجابة على ذلك ، تتمثل في العودة الى إعادة التوازن البيئي ، وذلك بالحد من انبعاثات ثاني اكسيد الكربون الى الجو ، حيث اتخذت الكثير من الدول إجراءات من اجل استقرار هذه الكميات ضمن حدود اقل خطراً فمثلاً سعت المانيا الاتحادية الى خفض نسبة انبعاث غاز CO₂ بقدر يتراوح بين % (25 - 20) خلال الفترة بين عامي (2005 - 1990) ، وتسعى هولندا الى خفض النسبة بمقدار 5 % في عام 2000 م ، وذلك بفرض الرقابة على استعمال السيارات وزيادة الضرائب على البنزين وعلى الطرق وغيرها من الاجراءات ، وعملت السويد على خفض النسبة الى 30 % خلال الفترة (1988 - 1980) .

وان افضل عملية لامتنصاص غاز ثاني اكسيد الكربون هي اللجوء الى التشجير وزراعة غابات جديدة من اجل التحكم بكميات ثاني اكسيد الكربون التي تعادل خمسة بلايين طن كل عام [5,7,19,21,154] ، ويمكن لهكتار واحد من اشجار الجميز التي لديها القدرة على استيعاب ثاني اكسيد الكربون ، حيث يمكن امتصاص 7.5 مليون طن من الكربون في العام الواحد ، وان تثبت خمسة بلايين طن من غاز ثاني اكسيد الكربون يحتاج الى سبعة ملايين متر مربع من الاشجار ، وهذا ما يعادل مساحة استراليا ، وبما ان 50 % من CO₂ الناتج تمتصه البالوعات الطبيعية ، لذا فان غابة لها نصف مساحة استراليا تكفي لوقف ترايد هذا الغاز ، وربع هذه المساحة يسهم بشكل جيد في تخفيض نمو ظاهرة الصوبة الصناعية او ظاهرة البيت الزجاجي [7] .

ولقد انصبت جهود العلماء وركزت على موضوع التشجير ، فان أمريكا وحدها أنجزت خطة تم خلالها زراعة مئة مليون شجرة خلال الفترة (1988 - 1992) من اجل ضمان امتصاص غاز ثاني اكسيد الكربون ، وخصصت الخزينة الامريكية لانجاز هذه الخطة ما يعادل 372 بليون دولار [111] ، والعلماء جاهدون للبحث

عن أشجار سريعة النمر تستطيع امتصاص ثاني اكسيد الكربون بمقادير قياسية ، وادخال مجال الهندسة الوراثية من اجل تطوير الاشجار الجديدة ، والبيثيون يحرصون على المطالبة بعدم الترخيص للمصانع ما لم تزرع ما يكفي من الاشجار لامتصاص ما يفرزه المصنع من ثاني اكسيد الكربون [11,111] ، وتشير الدراسات الى انه يجب زراعة شجرة امام كل لتر وقود يستخدم في ادارة المصانع ، ومئة شجرة امام كل سيارة كبيرة [5,11] .

وتعتبر النباتات بشكل عام من الطرق الطبيعية التي تقلل من امتصاص الكثير من الملوثات من الاتربة والغبار وعوادم السيارات ، كما تقوم بامتصاص ثاني اكسيد الكربون وتعطي الاكسجين اللازم للحياة حيث قدر ان زراعة مساحة 1500 هكتار تنتج اكسجيناً كافياً لتنفس مئة ألف شخص مدى الحياة ، وتسهم زراعة الاشجار ايضاً في خفض درجة الحرارة ، لذلك شرعت الكثير من الدول في زراعة حزام اخضر حول المدن في لندن وباريس وموسكو ومدينة الفجيص في الاردن حيث تعمل كمرشحات طبيعية تقلل من ملوثات الهواء [11,76] .

3 - 1 ظاهرة استنزاف الأوزون

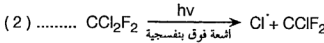
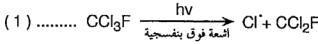
من الظواهر التي ادت الى احداث خلل في التوازن البيئي فيما يعرف بـ « ثقب الأوزون » او « استنزاف طبقة الاوزون » حيث ان تدخلات الانسان [139] قد اخترقت الاجواء العليا وباتت تهدد منطقة الاوزون بفعل التفاعلات الضوئية المسؤولة عن التوازن بين الاكسجين والاوزون [17] .

واول من تنبه الى استنزاف طبقة الاوزون عالمان امريكيان هما مولينا M. Molina وروланд F. Rowland وكان ذلك في عام 1974 عندما كتبا مقالاً عن مركبات الكلوروفلوروكربون التي تختصر بمركبات « ك.ف.ك » او الفريونات Freons في مجلة الطبيعة ، فقد ثبت ان هذه المركبات تؤثر بشكل مباشر على استنزاف هذه الطبقة مما يسمح بوصول الاشعة فوق البنفسجية Ultra Violet الضارة الى سطح الارض بمقادير كبيرة مما يؤدي الى ارتفاع درجة حرارة سطح الارض ، إضافة الى ان للأشعة فوق البنفسجية تأثيرات صحية خطيرة منها التسبب في سرطان الجلد ، كما تعمل على تكسير الروابط بين خلايا الانسان والحيوان . وتكمن مشكلة مركبات « ك.ف.ك » باحتوائها على الكلور ، واذا زاد تركيز الكلور

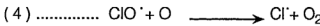
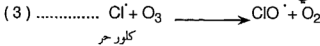
عن 16 جزء بالليون فان ذلك سيؤدي الى نفاذ الازون بسرعة .

وتعتبر مادة « تري كلوروفلوروميثان Trichloro Fluoro Methane » ومادة « داي كلوروفلوروميثان Dichloro Fluoro Methane » من اهم مركبات « ك.ف.ك » انتشاراً ، ويقدر ان المركب الاول يبقى في الجو لمدة 75 عاماً قبل ان يتحلل ، بينما يحتاج المركب الثاني لمدة 110 عاماً ليتحلل في الغلاف الجوي ، وتكمن خطورة الكلور الموجود في هذه المركبات في قدرته على اكل الازون ان جاز التعبير [22] .

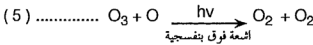
واذا وصلت مركبات « ك.ف.ك » الى ارتفاع 20 كيلو متر ضمن طبقة الاستراتوسفير فانها تتعرض للاشعة فوق البنفسجية وتحدث التفاعلات الكيميائية التالية [17,44] :



نلاحظ في التفاعلين (1) و (2) انه ينتج الكلور الحر عن تفاعل مركبات ك.ف.ك الذي يشكل خطراً كبيراً على الازون في طبقة الاستراتوسفير من الجو كما يتضح ذلك من خلال التفاعلات فيما يلي :

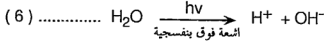


وأن ناتج مجموع التفاعلين (3) و (4) ينتج التفاعل التالي :



ونلاحظ في التفاعل (5) تحوّل الازون الى الاكسجين ، وان هذا التحول يشكل ظاهرة خطيرة [44] حيث يسمح ذلك بنفاذ الاشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس لتصل الى سطح الارض مما يؤدي الى تأين وتفكك لجزيئات الماء كما

يبين ذلك التفاعل (6) :



ولقد قدّر العلماء ان كل ذرة كلور تطلق في طبقة الاستراتوسفير يمكنها ان تحطم مئة جزيء من جزيئات الاوزون ، وان زيادة تركيز الكلور يؤدي بالفعل طبقة الاوزون فوق القارة المتجمدة الجنوبية أذى بالغاً [17] . كما ان الطائرات النفاذة الاسرع من الصوت تلوث الجو بأكاسيد النيتروجين وان المحصبات الكيميائية التراتية التي تسد بها الحقول يمكنها ان تزيد من سرعة تحطيم الاوزون ، اصف الى ذلك ان غاز البروم يؤدي الى تحطيمها [128] ، فمثلاً ان غاز بروموفلوروكربون المستخدم في مكافحة الحرائق يؤدي الى زيادة نسبة البروم في الجو حيث ارتفع تركيزه الى 10% خلال الفترة (1978 - 1983) .

وباختصار ، فان المسؤول الأول عن التصدعات التي اصابته طبقة الاوزون مما ادى الى انخفاض نسبة الاوزون في الغلاف الجوي الغازي هو مركبات (الكلوروفلوروكربون - Chloro Fluoro Carbon) التي تستعمل على نطاق واسع في غلب رش الايروسولات Aerosols مثل رشاش الشعر ومزيل الرائحة والمبيدات الحشرية والطلاء ومواد التلميع والمطهرات ، كما تستعمل كسائل لتشغيل المبردات والثلاجات ونظم التبريد وتكييف الهواء ، وخصوصاً اجهزة تكييف السيارات حيث ان ذرات ك.ف.ك . تصل بدون تغيير او تبديل خلال عشر سنوات الى خمس عشرة سنة الى الطبقات العليا في الجو ، وتحدث تفاعلات كيميائية معقدة جداً ، وبفعل الاشعاعات الشمسية تنفكك اثناءها ذرات هذه المواد محررة جميع مكوناتها فيتمترج بعضها مع عناصر اخرى لتتولد مواد جديدة قادرة على هدم ذرات الاوزون [17,128] .

وفي تقرير للامم المتحدة انه بحلول عام 2000 م ستكون طبقة الاوزون قد تآكلت بنسبة 10 % خلال الصيف في المناطق المعتدلة مناخياً ، الامر الذي سيزيد من نسبة الاصابة بسرطان الجلد الى 26 % بسبب الاشعة فوق البنفسجية التي لها تأثير على الأغشية ، كما ان لها تأثيراً على النبات ، حيث ان كثيراً من النباتات لها حساسية عالية من هذه الاشعة مثل الفاصوليا والفلو مما يؤدي الى قلة الانتاج [44] ، ويبين الجدول (1 - 1) التأثيرات التخريبية لغاز الاوزون على بعض النباتات .

جدول (1-1)

اسم النبات	تركيز الأوزون ملغم / لتر	مدة التعرض	التأثيرات
نبات الفجل	0.05	20 يوم	نقصان بنسبة 50 % في الناتج
نبات زهور القرنفل	0.07	60 يوم	ضمور 50 % في نمو الاجزاء المزهرة
نبات التبغ	0.10	5.5 ساعة	ضمور 50 % في نمو الاجزاء المزهرة

جدول يبين تأثيرات غاز الأوزون على النباتات [44]

وان ذبول الغابات وموتها يرجع على الأرجح الى عامل النخر الازووني في اوراق الاشجار المصابة ، وامكن بالتجربة الاثبات ان الازون يسبب تساقطات مهمة للاوراق في الاشجار الحديثة ، ففي اثيوبيا كانت الغابات تغطي ثلث مساحتها في الخمسينات ، وفي عام 1978 لم تعد الغابات تمتد الى اكثر من 40 % والى 1 % في عام 1990 . هذا بالإضافة الى تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الاحياء المائية ، فإذا تعرضت الاسماك لمدة خمسة عشر يوماً بنسبة تزيد عن 20 % ، فان ذلك يؤدي الى قتل الصغير منها على عمق عشرة امتار ، ومن مشاكل الازون الاخرى ، الارتفاع الشديد في درجة حرارة الأرض الذي يسبب الحرائق وموت الاشجار وقلة المياه والتصحّر [7,18,22,44,145,155] .

واذا كانت المشكلة كذلك ، فماذا فعلت الدول لمواجهة هذا الاستنزاف الخطير لطبقة الازون ؟!

نتيجة لهذه المخاطر الكبيرة دعت الكثير من الدول الى القضاء على منتجات الفريون « ك.ف.ك » ابتداءً من عام 1997 ومنها ألمانيا، والبلدان الاسكندنافية والسويد فمثلاً يستخدم غاز رابع كلوريد الكربون (CCl_4) في إطفاء الحرائق وكلوروفورم الميثيل (CH_3CCl_3) كمذيب عضوي حيث قررت تخفيض انتاجها بنسبة 5 % عام 1988 على ان يوقف انتاج هذين المركبين عام 2000 م بالنسبة لغاز رابع كلوريد الكربون وعام 2005 لمركب كلوروفورم الميثيل [17,177] .

وكانت امريكا تعبيء وحدها 2.9 بليون علبة من الايروسولات عام 1974 اي ما يعادل نصف الانتاج العالمي ، والآن هناك حرب من جماعة البيئة على علب

الرش لتقليل المنتجات التي تحتوي على مركبات (ك.ف.ك) التي تفتك بطبقة الالوزون في الاستراتوسفير من اجل المحافظة على التوازن الطبيعي للالوزون ، ويتوقع الحد من هذه المشكلة حيث صنعت مادة اخرى بديلاً عن الفريون ، ويشكل هذا الغاز ما نسبته 60 % من استعمالات الثلجات المنزلية في العالم ، والمادة البديلة هي الفريون 134 التي لها آثار سلبية قليلة جداً على البيئة ، وقد سعت اوروبا الى توقيف استعمال الثلجات المنزلية اعتباراً من عام 1995 ، وبدأت تستعمل ثلجات تحتوي على مادة الفريون 134 ، كما ان الشركات تسعى الى استبدال مواد (ك.ف.ك) بمركبات الهالون او الهيدروفلورو ألكان ومنها هالون 1301 وهالون 1211 التي تستعمل في مواد الاطفاء في الاجهزة القابلة للحمل ولاطفاء الحريق [17,22,125,128] .

وبين الجدول (2-1) منتجات الكلوروفلوروكربون ، كما بين الجدول (3-1) البدائل المستعملة حسب تقرير الامم المتحدة للبيئة لشهر آب عام 1989.

جدول (2-1)

قدرة التدفئة العالمية (كلوروفلوروكربون 12)	القدرة على تدمير الالوزون (كلوروفلوروكربون 11)	مواد نظمها بروتوكول مونتريال عام (1987)
0.34	1.0	كلوروفلوروكربون 11
1.0	1.0	كلوروفلوروكربون 12
0.49	0.8	كلوروفلوروكربون 113
1.5	1.0	كلوروفلوروكربون 114
2.8	0.6	كلوروفلوروكربون 115
—	3	كلوروفلوروكربون 1211
—	10	كلوروفلوروكربون 1301

جدول يبين منتجات الكلوروفلوروكربون [22,92]

جدول (3 - 1)

قدرة التدفئة العالمية (كلوروفلورو كربون 12)	القدرة على تدمير الأوزون (كلوروفلورو كربون 11)	بدائل الكلوروفلورو كربون
0.098	0.05	هيدروكلوروفلورو كربون 22
0.064	0.02	هيدروكلوروفلورو كربون 123
0.100	0.02	هيدروكلوروفلورو كربون 124
0.029	0.10	هيدروكلوروفلورو كربون 141B
0.11	0.06	هيدروكلوروفلورو كربون 142B
0.039	0.0	هيدروكلوروفلورو كربون 134A
0.0091	0.0	هيدروكلوروفلورو كربون 192A

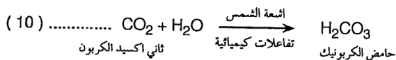
جدول يبين بدائل الكلوروفلورو كربون [22,92]

ومن المهم أن أذكر هنا ، أن مواد (ك.ف.ك) ليست الوحيدة التي تعمل على تحطيم الأوزون واستنزافه ، فبالإضافة إليها فإن أكاسيد النيتروجين ومنها أول أكسيد النيتروجين Nitrogen Monoxide الذي يتكون أثناء حرق وقود الطائرات النفاذة التي تحلق على ارتفاعات في منطقة وجود الأوزون حيث أثبتت الدراسات ان وسائط النقل فوق الصوتية Super Sonic Transport تقلل من الطبقة الواقية من الأوزون المحيط بالكرة الأرضية مما يؤدي الى انتشار سرطان الجلد كما اشرت الى ذلك سابقاً [22] .

4 - 1 ظاهرة المطر الحامضي Acid Rain Phenomenon

ان السبب الرئيس وراء تشكل المطر الحامضي هو تلوث الجو بغازات الاكاسيد [14] مثل أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت التي تنطلق من مصادر صناعية او أنشطة انسانية [139] ، خاصة الناتجة عن احتراق الفحم الحجري والوقود المستعمل في وسائل المواصلات بفعل عوادم السيارات والطائرات والمصانع وجسيمات المبيدات الحشرية ، وبسبب الحروب التي تنبعث منها انفجارات القنابل [6,11,14,19,23,138] ، حيث تتفاعل هذه الاكاسيد مع بخار الماء في الجو مما

وتوضّح الفاعلات الكيميائية التالية كيفية تشكّل المطر الحامضي حيث يعتبر كل تفاعل تفاعلاً منفصلاً يحدث في خطوة واحدة :


$$\begin{array}{|c|} \hline \text{SO}_2 \\ \hline \text{NO}_x \\ \hline \text{CO}_x \\ \hline \text{HCl} \\ \hline \text{HPO}_4 \\ \hline \end{array} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{تفاعلات كيميائية}]{\text{الأوزون، اشعة الشمس}} \begin{array}{|c|} \hline \text{H}_2\text{SO}_4 \\ \hline \text{HNO}_3 \\ \hline \text{H}_2\text{CO}_3 \\ \hline \text{HCl} \\ \hline \text{H}_3\text{PO}_4 \\ \hline \end{array}$$

إن أبخرة المصانع - كما اشرت - تلعب دوراً في تكوين المطر الحامضي ، فمثلاً تلقى مصانع مدينة (سان باولو) البرازيلية 10000 كيلو غرام من حامض الهيدروكلوريك في الهواء سنوياً [14] ، وتكمن خطورة الامطار الحامضية في حال وصول درجة الرقم الهيدروجيني (pH) الى اقل من 5.6 حيث يسبب المطر الحامضي متاعب للجهاز التنفسي وتهيج بطانة العين والانف والحنجرة [107] ، كما تؤثر على الكائنات المائية مسببة موتها، ففي منطقة جنوب النرويج تحولت 1600 بحيرة الى بحيرات حامضية ووصل الرقم الهيدروجيني الى اقل من 5 ، مما ادى الى خلو هذه البحيرات من الاسماك تماماً ، وفي السويد ما يقارب 1500 بحيرة لاقت نفس المصير بالاضافة الى عشرات البحيرات المنتشرة في الدنمارك وفنلندا والمانيا [11,14,44,107,126] .

ولقد أثار انتباه العلماء منذ سنوات موت بقاع كثيرة من الغابات وظهور علامات التسمم على بعض الاشجار فور سقوط الامطار الحامضية خاصة في المانيا وفرنسا والمجترا وامريكا وكندا ، والسبب في ذلك يعود الى تلوث مياه الامطار بكميات هائلة من الاحماض ، فمثلاً أن تركيز أيون الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ يعتبر معياراً لزيادة او نقصان درجة الرقم الهيدروجيني ، واذا وصل الرقم الهيدروجيني للامطار الحامضية الى 4.2 أو اقل من ذلك ، فان فسيولوجيا النبات والخلية تتأثران بذلك بشكل سيء حيث تلحق اضراراً وحروقاً في أطراف الاوراق والنموات الحديثة ، وقد يؤدي الى موت الشجرة او النبات بالكامل [14,61,147] .

كما تسببت الامطار الحامضية باحداث اضرار كبيرة في الغابات والمراعي والبحيرات المائية ، وبيّنت رابطة المزارعين الالمانية ان خسارة المانيا بسبب التدمير الناجم عن الامطار الحامضية تصل الى 700 مليون دولار سنوياً ، وقدرت الاضرار الناتجة عن هذه الامطار على اوراق الغابات في عام 1983 بـ 34 % في حين ارتفعت هذه النسبة الى 50 % عام 1985 ، ولم تكن هناك دلائل عن وجود اضرار من هذا النوع على الاشجار بصفة عامة في اوروبا عام 1970 ، واكدت الدراسات ان 52 % من الاشجار قضي عليها بالكامل في المانيا بسبب الامطار الحامضية ، ففي عام 1981 في مقاطعة (باد - رومبيرج) الالمانية كانت نسبة الاشجار المريضة من الفصيلة الصنوبرية 6 % ، ووصلت هذه النسبة الى 94 % في عام 1983 [14] .

وتقدر اضرار الامطار الحامضية في امريكا على المحاصيل والغابات ومواطن

صيد الاسماك بـ (ثمانية بلايين دولار) ، وان هناك 3000 بحيرة و 2300 من البحاري المائية تعاني من اضرار المطر الحامضي ، كما اعلن ذلك المكتب الامريكي للتكنولوجيا عام 1983 [20] .

وأذكر هنا ، ما نتج عن حرب الخليج الثانية في عام 1991 التي لوّثت البيئة العراقية ، وما حولها حيث تساقطت الامطار الحامضية مثل حامض الكبريتيك وحامض الهيدروكلوريك وغيرهما بسبب تصاعد كميات كبيرة من الابخرة والغازات السامة مثل اكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت ، حيث تم حرق كميات من الغاز الطبيعي تصل الى أكثر من 2.25 مليون متر مكعب . فضلاً عن حرق ثلاثين مليون متر مكعب من غاز كبريتيد الهيدروجين واكثر من 1.5 مليون متر مكعب من المنتجات النفطية واحترق الناقلات المحملة بالبترول في الموانئ بما يعادل 490000 طن من النفط الخام [87,90] ، ولنتصور تلك الارقام المفزعة التي نجمت عن عمليات الحرق هذه حيث تصاعدت كميات كبيرة جداً من الأكاسيد المختلفة ، التي اتحدت مع جزيئات الماء مسببة أمطاراً حامضية مدمرة للبيئة العراقية بمقوماتها المختلفة من مياه وتربة ومحاصيل زراعية [90,101] ، بالإضافة الى تأثيرها السيء والخطر على صحة الانسان مما احدث خللاً في التوازن البيئي في المنطقة وما حولها [87] .

ويمكن قياس تلوث البيئة بالمطر الحامضي عن طريق قياس الملوثات الاولى المسببة ، وكذلك قياس درجة الرقم الهيدروجيني للمطر وللمسطحات المائية باستخدام جهاز pH - Meter [14,61,147] .

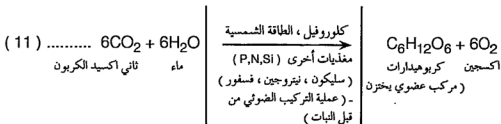
5 - 1 ظاهرة تدهور الغابات

لقد أشرت الى ظاهرة موت الكثير من الغابات وخصوصاً في المانيا بسبب المطر الحامضي والاكاسيد المنبعثة من حركة السيارات والمصانع ومراكز الاحتراق وتأثير الاوزون ، وهناك اسباب اخرى ادت الى تدهور الغابات في العالم ومنها الاعتداء الجائر على الثروة الحرجية من قبل الانسان نفسه ، بالإضافة الى نشوب الحرائق في كثير من الغابات بسبب ارتفاع درجة الحرارة او بسبب الاهمال الناتج عن تصرفات الانسان اللامسؤولة ، فمثلاً إن تدهور الغابات في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقية هو المسؤول عن تدهور بيئة هذه المناطق وتوجيهها نحو الجفاف

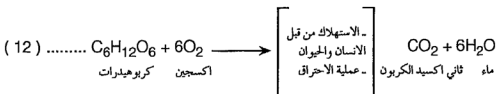
وظهور السيول القوية ، ويبدو ذلك جلياً في المناطق الداخلية من سوريا ولبنان والأردن والجزائر والمغرب وتونس [12,2,43,81] .

وبسبب القضاء على الغابات فان فعالية التركيب الضوئي تنقلص باستمرار ، وتعتبر عملية التمثيل الضوئي هذه أساس استمرار الحياة على الأرض ، حيث يستغل جزء من الطاقة الشمسية في هذه العملية [44] ، ولتوضيح ذلك فانه يمكن تقسيم الكائنات الحية الى نوعين : الكائنات المنتجة وتمثل بالنبات الاخضر ، والكائنات المستهلكة وتمثل بالانسان والحيوان .

ويستغل النبات الاخضر الطاقة الشمسية وبمساعدة مادة الكلوروفيل يتحول غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2 الى مادة خلوية حية ويتحرر الاكسجين كما يتضح ذلك في التفاعل الكيميائي (11) .



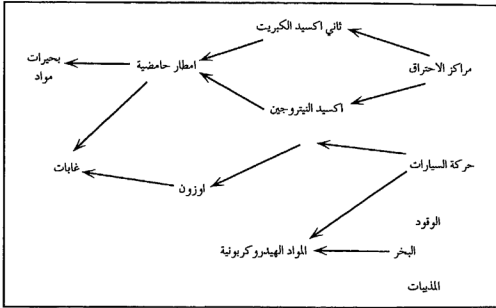
وبهذه الطريقة يتم تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كيميائية مخزنة في المركبات العضوية الناتجة عن عملية التركيب الضوئي ، ويتحرر الاكسجين الى الجو حيث يستهلك من قبل الانسان والحيوان ، حيث تحرق الكربوهيدرات في اجسامها بواسطة الاكسجين في عملية التنفس لتوليد الطاقة اللازمة لبقاء الكائن الحي على قيد الحياة ، والفضلات الناتجة من هذه العملية غاز CO_2 وبخار الماء ، أي أن التفاعل الكيميائي (11) يسير في الاتجاه المعاكس تماماً من قبل الكائنات المستهلكة وبذلك يتم التوازن وتستمر الحياة



كما ان القطع الجائر للغابات وخصوصاً في المناطق المدارية وبشكل مستمر لا يسمح باستخدام الفائض في عملية التركيب الضوئي لغاز ثاني اكسيد الكربون الذي يؤدي الى احداث تغير في حالة المناخ على الكرة الأرضية عن طريق ارتفاع درجة حرارة الجو . إضافة الى بعض الكيماويات التي لها تأثير سيء على الغابات ، فمثلاً الفلور الناتج عن صناعات الالمنيوم والفوسفات له تأثير واضح على النبات الطبيعي ، حيث أثبتت الدراسات في مناطق الغابات المجاورة لمصانع الالمنيوم والفوسفات أن أوراق الاشجار المكونة للغابات الطبيعية تصيبها حروق يمكن أن تؤدي الى موت الاوراق [12,14,21,44,81] .

ويبين الشكل رقم (1) أسباب موت الغابات في العالم حيث انحصرت هذه الاسباب في تأثير الامطار الحامضية والأكاسيد الناتجة من مراكز الاحتراق ، اضافة الى تأثير الاوزون السيء على الغابات وتدهورها [21] .

شكل (1)



أسباب موت الغابات [21] .

إن هذا التدهور للغابات انعكس سلباً على الحيوانات البرية التي اخذت بالانقراض بسبب فقدان التوازن الطبيعي في مناطق كثيرة من العالم ، فمثلاً يعتبر الغزال في طور الانقراض من البادية السورية حيث لم يبق منه إلا عدد محدود ، هذا بالإضافة إلى انقراض أنواع مختلفة من الطيور في أماكن كثيرة .

وتقدر مساحة الأراضي في الوطن العربي بـ 1378 مليون هكتار مربع ، كما تبلغ مساحة الأراضي القابلة للزراعة 0.27 هكتار مربع عام 1985 وفي عام 1993 وصل نصيب الفرد الى 0.21 هكتار * [65] .

وتشير الاحصائيات الى ان 99 % من أراضي الأردن معرضة بدرجات متفاوتة من التصحر ، يليها اليمن حيث أن نسبة 97 % من أراضيها معرضة للتصحر ، أما في العراق فإن 92.5 % من مجموع مساحات العراق تقع بدرجات متفاوتة تحت تأثير التصحر ** [65] .

ويزرع في الأردن حالياً 27000 هكتار من مجموع الأراضي القابلة للزراعة المروية البالغ 47000 هكتار بسبب شح المياه ، في حين تبلغ مساحة المراعي حوالي مليون هكتار مربع ، وتعد هذه المساحات نسبة صغيرة من مساحة الأردن الكلية البالغة 9.25 مليون هكتار مربع *** [65] .

ويعاني الأردن من تدهور في حالة الغطاء النباتي بسبب الرعي الجائر وأساليب الحراثة الخاطئة واقتلاع الأشجار الحرجية مما أدى الى انجراف التربة ، كما ان التلوث بالاكياس البلاستيكية والتملح يهدد طبقة التربة الزراعية العليا ، وانعكس ذلك على قطاع الحياة البرية النباتية والحيوانات حيث انقرض الكثير من الحيوانات البرية بسبب الصيد الجائر والتطور الحضري واستعمال مبيدات الآفات وإزالة الغطاء النباتي الاخضر ، ومنها المها العربي والنمر المرقط والنعامة وهناك حيوانات على حافة الانهيار مثل الغزال الحمري والغزال الريم والغزال الصحراوي ، كذلك الحال بالنسبة للطيور مثل الحجل والحمام والخباري بسبب الاستعمال المتزايد للمخصبات والمبيدات الكيماوية التي كان لها أثر سلبي في حياة الطيور المهاجرة .

* أحمد عبدالوهاب عبدالجواد ، نحو استراتيجية اقليمية وعربية لحماية البيئة [65] .

** أحمد عبدالوهاب عبدالجواد ، نحو استراتيجية اقليمية وعربية لحماية البيئة [65] .

*** بشار الكلوب وجمال الرفايدة ، حالة البيئة في الأردن : الموارد الطبيعية ، المياه ، التربة [65] .

كما ان الحياة النباتية حيث تشير الدلائل إلى أن الغطاء النباتي أصبح في وضع متدهور بسبب القطع العشوائي للغابات البرية والمملوكة في المرتفعات الجبلية لاستغلال الأخشاب ، ويتعرض الغطاء النباتي العشبي أيضاً للرعي الجائر والحريق ، وخلاصة القول أن الغطاء النباتي يدار بطريقة غير سليمة * [65] .

وقد تنبه الاردن إلى تأثير ذلك على التوازن الطبيعي في البيئة الأردنية ، وسعى إلى الاهتمام بمشاريع المحميات الطبيعية التي تشرف عليها الجمعية الملكية لحماية الطبيعة ، وتوزع المحميات في مختلف مناطق المملكة مما تضيف جمالاً على البيئة الاردنية وتسهم في التقليل من مشاكل التلوث البيئي ، ومن هذه المشاريع مشروع محمية ضانا في مدينة الطفيلة ومحمية زوبيا ومحمية الشومري .

بالإضافة الى ذلك فإن هناك اهتماماً بمشروع إحياء واحة الأزرق وبعثها من جديد بعد أن انخفض منسوب المياه الجوفية في الحوض بمقدار ثمانية أمتار نتيجة الضخ الجائر للمياه ، والعمل على ان تكون واحة وارفة الظلال تتدفق فيها الينابيع والعيون العذبة ، لتشكل هذه الواحة بحيرات لتربية الاسماك ومأوى للطيور المهاجرة، ويهدف هذا المشروع ايضاً إلى تحويل الأزرق لتكون منطقة جاذبة للسكان وتشجيع زراعة الأشجار المثمرة والنباتات المقاومة للجفاف، وأشجار النخيل ذات القدرة على امتصاص الغبار التي تصلح كمصدات للرياح ، وأن هذا المشروع يكتسب أهمية بيئية حيث يحافظ على التوازن البيئي في المنطقة وأهمية مناخية واقتصادية تتمثل في بعث الحياة في واحة الأزرق . وأرفق هنا جدولاً يبين اسماء المحميات التابعة للجمعية الملكية لحماية الطبيعة .

* بشار الكلوب وجمال الرنايده ، حالة البيئة في الأردن : الموارد الطبيعية ، المياه ، التربة [65] .

جدول (4 - 1)

اسم المحمية	المساحة بالدونمات	سنة الانشاء
الشومري	202000	1975
الازرق المائية	12000	1977
وادي الموجب	212000	1987
الازرق الرعوية	300000	1982
زوبيا	13000	1988
ضانا	100000	1988
وادي رم	560000	1988

المحميات التابعة للجمعية الملكية لحماية الطبيعة

كما ان المتنزهات القومية تسهم هي الأخرى في تجميل البيئة وحماية التربة وحفظ التوازن البيئي ، فهناك متنزهات كثيرة في مناطق شتى من المملكة منها متنزه دبين في محافظة عجلون ومتنزه زي في محافظة البلقاء ، ومتنزه عمان القومي ، بالإضافة الى ان وزارة الزراعة ممثلة بمديرية الحراج تسهم هي الأخرى في زراعة الاشجار في الاماكن المرتفعة والوعرة وحفظ التربة من التدهور والانجراف [36,37,43,110] ، ولكن المشوار طويل في هذا المجال فما زالت هناك مساحات شاسعة في الاردن غير مزروعة بالاشجار الحرجية ، وأن مظاهر العبث من قبل البعض حيث تتعرض المناطق المزروعة للحرائق نتيجة عدم الوعي والاستهتار وعدم المسؤولية مما يؤثر على بيتتنا الجميلة وعلى هذه الثروة الحيوية والمهمة .

وبشكل عام ، تعتبر نسبة الغابات في الوطن العربي منخفضة مقارنة مع دول العالم ، فمثلاً تصل النسبة في سوريا الى 2 % ، وهكذا الحال لبقية الدول العربية حيث تعتبر منخفضة ، وأورد هنا جدولاً يبين النسب المئوية لمساحة الغطاء الخارجي من الغابات من مساحات بعض الدول الكلية [12,21,81] .

جدول (5 - 1)

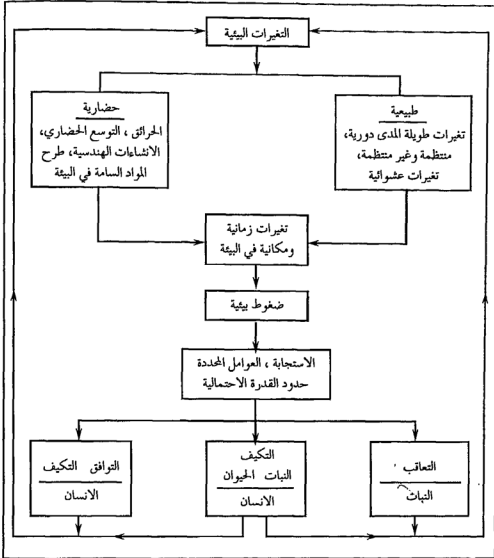
اسم الدولة	سنة الانشاء
الوطن العربي (سوريا مثلاً)	منخفضة (2 %)
ايطاليا	3.5 %
بريطانيا	5 %
هولندا	6 %
الصين	9 %
اليونان	15 %
الهند	18 %
فرنسا	26 %
السويد	52 %

النسبة المثوية للغابات في بعض دول العالم [21]

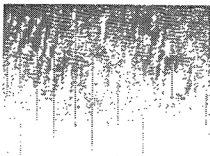
يبين الجدول أعلاه أن نسبة الغابات في الوطن العربي منخفضة بالنسبة للمساحة الكلية، وهذا يدعو عالمنا العربي إلى ضرورة زيادة مساحة الرقعة الخضراء والتشجير المستمر وخصوصاً زراعة الأشجار الحرجية التي تسهم في المحافظة على التوازن البيئي في منطقتنا العربية .

وجدير بالإشارة هنا ذكر التغيرات البيئية وما يترتب عليها من ضغوط بيئية التي أثرت على التوازن الطبيعي ، وكان لها نتائج واضحة بالنسبة للإنسان والحيوان والنبات ، وبين الشكل رقم (2) التغيرات البيئية وما يترتب عليها من ضغوط بيئية .

شكل (2)



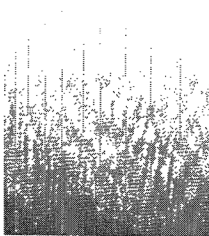
التغيرات البيئية وما يترتب عليها من ضغوط بيئية [85]



الفصل الثاني

تلوث الهواء

Air Pollution



تلوث الهواء

1- 2 الهواء النقي

يتكون الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية من مواد ذات مقادير محدّدة حيث يشكل غاز النيتروجين ما نسبته 78 % والاكسجين 21 % وثنائي أكسيد الكربون 0.033 % والارغون 0.9 % وآثار بسيطة من غازات النيون والهيليوم والكريتون والهيدروجين وبخار الماء وغيرها ، وقد تتواجد المواد الصلبة مثل الغبار والدخان على شكل حبيبات تتراوح أقطارها ما بين (0.01 - 30) ميكرون ، وحبيبات صغيرة جداً تتراوح أقطارها ما بين (0.01 - 0.1) ميكرون ، وهي مواد ناتجة من البراكين والنيازك المتحللة والاشعاع الطبيعي ، فهذه هي المكونات الأساسية في الوضع الطبيعي او فيما يعرف بالهواء النقي [11,14,62,145] .

2- 2 الهواء الملوث

بسبب فعاليات الانسان المختلفة [139] وعيئه في مقومات التوازن الطبيعي للهواء ، أصبحت النسب الطبيعية للهواء النقي غير ثابتة ، وان اي خلل أو اضطراب يدخل الى مكونات الهواء الطبيعية ، سيحدث ارتكاسات على الصحة العامة وعلى البيئة تتجلى بأشكال شتى [149,167] ، حيث ان خطورة الآفة واهميتها يتناسبان مع مدى هذا الاضطراب في الاتزان الذي قد يطرأ على نسبة الغازات المهمة مثل الاكسجين وثنائي أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وغيرها .

وتبعاً لطبيعة الشوائب يمكن لبعض ملوثات الهواء ان تكون سامة إذا وجدت في الهواء ، حتى ولو بتركيز ضئيلة في حين لا تصبح بعض الملوثات مؤذية إلا عندما يصبح تركيزها عالياً جداً ، ويعتمد ذلك ايضاً على مدة التعرض لهذه الملوثات [20] ، ولقد تأثرت منطقتنا العربية حيث ان التغير في مواصفات الهواء أصبح واضحاً بسبب تضاعف تركيز الملوثات عدة مرات نتيجة لنشاط الانسان ، فمثلاً لقد زاد استهلاك الفرد من الكهرباء في السعودية إلى اربعة أضعاف ، وخمسة أضعاف في الأردن ، وستة أضعاف في عمان ، وتسعة أضعاف في اليمن خلال الفترة (1970 - 1987) مما زاد من انبعاث ملوثات الهواء الى درجة كبيرة * [65] .

* أحمد عبدالوهاب عبدالجواد ، نحو استراتيجية إقليمية وعربية لحماية البيئة .

وقد عرّف خبراء في منظمة الصحة العالمية (WHO) الهواء الملوث بأنه :
(الحالة التي يكون فيها الجو خارج أماكن العمل محتويًا على مواد بتركيز تعتبر ضارة بصحة الإنسان أو بمكونات البيئة ضمن طبقة التروبوسفير من الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية والتي تمتد الى مسافة (15 - 8) كيلومتر ، حيث أن هذه الطبقة تحتوي على الاكسجين والنيتروجين وثاني اكسيد الكربون والأرغون وبخار الماء بنسب ثابتة) [11,20,145,184] .

وهناك ملوثات أدت إلى تلوث الهواء ومنها الغازات الناتجة عن احتراق الفحم، كما ان المركبات الكيميائية وتفاعلاتها المختلفة تسهم هي الاخرى في تلوث الهواء واحداث خلل في تركيبه الطبيعي ، هذا بالإضافة الى عوادم السيارات والطائرات والمصانع التي تترك تأثيراً سيئاً على البيئة حيث تعتبر هذه المواد والغازات الناتجة تركيزات ضارة بالانسان او بمكونات البيئة ، وأذكر فيما يلي الملوثات الأساسية للهواء .

3 - 2 تلوث الهواء بالملوثات الصناعية

تعتبر الغازات المنبعثة الى الجو والناتجة عن عوادم السيارات والمصانع ومولدات الطاقة وغيرها من فعاليات الأنشطة الصناعية من اخطر الملوثات التي تلوث الهواء ، ومنها أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت وغيرها من الغازات التي اخذت تتراكم في الجو بنسب عالية جداً ، وسأتناول هذه الملوثات بالتفصيل .

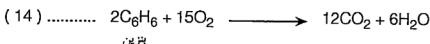
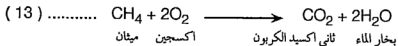
أولاً : تلوث الهواء بأكاسيد الكربون (CO_x)

من أهم الأكاسيد التي تنبعث من عوادم السيارات والمصانع غاز ثاني اكسيد الكربون CO₂ ، وأن زيادة انبعاث هذا الغاز يؤدي الى زيادة تركيزه في الجو ، ويقدر العلماء كمية ثاني اكسيد الكربون الناتج عن حرق الطاقة بـ 13 بليون طن في عام 2000 م .

واذا وصل تركيز CO₂ الى الضعف في الجو ، فان درجة حرارة الارض سترتفع بمعدل 1.5 درجة مئوية ، وان ذلك سيؤدي الى ارتفاع منسوب مياه البحر متراً واحداً نتيجة ذوبان الجليد في مناطق القطبين الشمالي والجنوبي ، وان لارتفاع درجة الحرارة تأثيراً على الزراعة حيث ستنخفض انتاجية المحاصيل من % (3 - 17) ،

إضافة الى تشجيع نمو الحشرات والامراض التي تؤثر على انتاج النبات ، كما ستؤدي الى كوارث في العالم وحرائق في الغابات ، وقد أشرت الى ذلك عند حديثي عن ظاهرة الصوبة الصناعية فيما سبق [7,14,21,44,145] .

ويعتبر غاز ثاني اكسيد الكربون المسبب الرئيسي لحدوث ظاهرة تسخين الارض حيث كان تركيز CO_2 270 جزء بالمليون في عام 1850، بينما يزيد تركيزه الآن عن 345 جزء بالمليون ، ولقد اصبح من المؤكد ان هناك زيادة سنوية مفزعة في تراكيز غاز ثاني اكسيد الكربون تصل الى 0.7 جزء بالمليون بسبب احتراق الوقود المستخدم في التدفئة وتوليد الكهرباء و حرق الفضلات الناتجة من عوادم السيارات التي اخذت اعدادها الكبيرة جداً تكثف بها الطرقات والشوارع في القرية والمدينة [5,9,21,184] ، وقد نشرت مجلة الايكونومست البريطانية تقريراً لها في عام 1996م يبين فيه ان هناك 500 مليون سيارة عاملة في العالم اليوم ، أي عشرة اضعاف النسبة التي كانت قبل خمسين عاماً ، ويتوقع ان يصل عددها عام 2030 م الى بليون سيارة و 500 مليون شاحنة ودراجة . وأبين هنا بمعادلات كيميائية كيفية تكون غاز ثاني اكسيد الكربون داخل مفاعل الحفز في السيارات [5] .



وفي الأردن ، ونظراً للتزايد في أعداد المركبات الذي وصل الى 90 ضعفاً منذ عام 1950، نتيجة لازدياد عدد السكان والهجرة القسرية فان نسبة الملوثات الناتجة من عوادم السيارات تعتبر من أكثر المشاكل البيئية حساسية ، حيث ان زيادة اعداد المركبات ادت الى ظهور مشاكل بيئية كارتفاع درجة الحرارة في مناطق وسط عمان ومراكز المدن الاخرى ، والى تزايد تراكيز الملوثات في الهواء خاصة ان أكثر من 70 % من المركبات المسجلة تؤم العاصمة عمان يومياً [9,88] .

وبين الجدول (1 - 2) عدد المركبات العاملة في الاردن ونسبة الزيادة السنوية خلال الفترة (1987 - 1972) .

جدول (1 - 2)

السنة	عدد المركبات	الزيادة السنوية (%)
1972	26698	1.2
1973	30814	15.42
1974	37131	20.50
1975	47243	27.23
1976	60455	27.97
1977	79493	31.49
1978	97402	22.53
1979	117250	20.37
1980	135271	15.37
1981	156924	16.00
1982	177849	13.33
1983	197783	11.20
1984	211657	7.01
1985	221454	4.63
1986	232361	4.93
1987	242216	4.24

عدد المركبات ونسبة الزيادة السنوية في الاردن [9] خلال السنوات (1972 - 1987)

وبيّنت النتائج للعينات التي تم فحصها ان هناك تجاوزاً كبيراً في تركيز الملوثات المنبعثة من عوادم المركبات مثل أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت والهيدروكربونات بمعدلات أعلى من المسموح بها قد تؤدي الى الوفاة في حالة تعرّض الشخص لها لفترة طويلة ، كما

ان هناك تجاوزاً مائلاً لتركيز مركبات الهيدروكربونات التي لها تأثيرات سيئة على صحة الانسان وعلى البيئة [88,190] .

وبيّنت الدراسة أيضاً أن 60 % من المركبات التي تم فحصها من سيارات الديزل تطلق دخاناً بكثافة عالية جداً ، وتتجاوز كل المواصفات العالية والتعليمات المحلية حيث يعمل هذا الدخان على تلويث الهواء ، كما أن الجزيئات التي يحتوي عليها الهواء تؤثر على الجهاز التنفسي والرئتين ، وأن سبب التجاوز في هذا التركيز يعود الى انعدام برنامج الصيانة المنتظم للمركبات وعدم اهتمام مالكي المركبات بتركيز هذه الملوثات من ناحية بيئية وارتفاع اسعار القطع وكلفة الصيانة ، ووضحت الدراسة من خلال نتائج التحليل الاحصائي ان هناك علاقة طردية بين عمل المحرك او المركبة وتركيز هذه الملوثات حيث ان زيادة عمر المركبة يؤدي الى ظهور اخطاء في ميكانيك المركبة كتنقص كفاءة المحرك وزيادة تبخر الملوثات منها وحدث عدم انتظام في نظام الاحتراق داخل الغرفة مؤدياً الى خروج وقود محترق جزئياً أو غير محترق [11, 88] .

وتساهم الملوثات الناتجة من عوادم السيارات في حقن الجو بنسبة 60 % من ملوثات الهواء ، حيث ان الاضرار تتمثل بنواتج الاحتراق التي تعمل على زيادة تركيز ثاني اكسيد الكربون في الجو ، مما يؤدي الى إصابة الانسان بضيق التنفس وامراض السعال وارتفاع درجة الحرارة والصداع وسرعة النبض وارتفاع الضغط ، وقد تصل الاخطار الى حد تسمم الدم ، ويؤدي الى الوفاة اذا زادت نسبته في الهواء عن 0.01 % [5,14,140,172] .

وبين الجدول (2 - 2) اسباب الوفاة ونسبتها في الاردن عام 1979 حيث ان الملوثات الهواء علاقة مباشرة في امراض القلب والدورة الدموية وأمراض الجهاز التنفسي والسرطان .

جدول (2 - 2)

نسبة الوفاة (%)	المسبب
23 %	أمراض القلب والدورة الدموية
20 %	أمراض الجهاز التنفسي
16 %	الاسهالات

تابع جدول (2-2)

المرض	نسبة الوفاة (%)
الحوادث	9 %
السرطان	5 %
سوء التغذية	3 %
أخرى	24 %
المجموع	100 %

أسباب الوفاة ونسبتها في الاردن عام 1979 [9]

كما يبين الجدول (2-3) تأثير قطاع النقل على البيئة في الاردن حيث ينتج عن وسائط النقل ملوثات خطيرة وبكميات كبيرة .

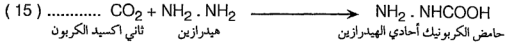
جدول (2-3)

المادة الملوثة	الكمية الناتجة عن احتراق البترين (طن / سنة)	الكمية الناتجة عن احتراق السولار (طن / سنة)	المجموع (طن / سنة)
ثاني اكسيد الكربون	612000	1222400	18344400
ثاني اكسيد الكبريت	47	2210	2257
أكاسيد النيتروجين	10286	9575	19843
هيدروكربونات	17748	736	18484
سناج	74	736	814
رصاص	4	—	40
أول اكسيد الكربون	102744	5892	108436

تأثير قطاع النقل على البيئة في الاردن عام 1988 [9]

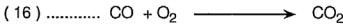
إن الحد المسموح به عالمياً لتلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكربون هو 310 جزء بالمليون ، وإذا تجاوز ذلك ، فإن التأثيرات الصحية لهذا الغاز على الانسان والبيئة تصبح خطيرة ، ويمكن قياس التلوث بغاز CO_2 باستخدام جهاز التحليل الذاتي Auto Analyzer او اجهزة صغيرة مثل Carbon Dioxide Detector او عن طريق

تفاعل ثاني اكسيد الكربون مع الهيدرازين Hydrazine مكوناً حامض الكربونيك أحادي الهيدرازين Carbonic Acid Mono Hydrazine [15,138,185] ، كما يبين التفاعل الكيميائي رقم (15) ذلك .

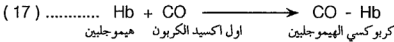


ومن أكاسيد الكربون التي تنتج عن الاحتراق غير الكامل غاز اول اكسيد الكربون (CO) ، الذي له تأثير خطير على تلوث الهواء ، ويتصف هذا الغاز بأنه عديم اللون والطعم والرائحة ، وإذا وصل تركيز (CO) في الجو الى 400 جزء بالمليون ، فإن له تأثيراً خطيراً على الانسان حيث يسبب الصداع والغثيان وآلاماً في المعدة ، وارتخاء في العضلات وفقدان الوعي ، ونزيفاً دموياً في شبكية العين [14,15,145,149] .

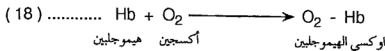
ولغاز اول اكسيد الكربون قابلية على الانحلال في بلازما الدم بقدر ما ينحل في الماء ، ويتأكسد الى غاز ثاني اكسيد الكربون عند تماس بعض الاكاسيد المعدنية مثل أكاسيد النحاس (Cu_mO_x) وأكاسيد الفضة (Ag_mO_x) ، كما انه يتأكسد في الطبيعة الى غاز ثاني اكسيد الكربون بوجود أشعة الشمس بمعدل 1 % من حجمه في الساعة ، والتفاعل الكيميائي يوضح ذلك :



وتكمن خطورة غاز اول اكسيد الكربون في انه يتفاعل مع هيموجلوبين (Hb) كريات الدم الحمراء مكوناً كربوكسي الهيموجلوبين Carboxy heamoglobin

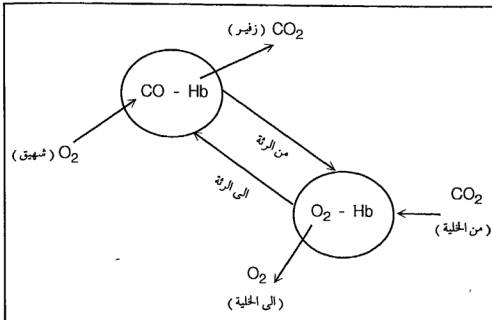


وعند تعرض الشخص الى تركيز معين من غاز CO في الهواء يتكون المعقد CO - Hb في دمه ، ويبقى تركيز CO - Hb في الدم ثابتاً ما لم يتغير تركيز غاز CO في المحيط ، وهذا المعقد يحد من قدرة كريات الدم الحمراء على الاتحاد مع الاكسجين اثناء عملية الشهيق ونقله الى الاعضاء المختلفة من الجسم حيث ان سرعة التفاعل (17) تفوق سرعة تفاعل الاكسجين مع الهيموجلوبين بحوالي 200 مرة .



وبين الشكل رقم (3) كيفية تداخل غاز CO في عمليتي الشهيق والزفير

شكل (3)



كيفية تداخل غاز CO في عمليتي الشهيق والزفير [44]

وعندما تصل نسبة كربوكسي الهيموجلبين إلى 9 % ، فإن ذلك يحدث اضطراباً في السمع والبصر [14,44,48] ، وتشير الدراسات إلى أن تراكم هذا الغاز في الدم هو من أكثر العوامل المسؤولة عن علاقة التدخين بأمراض الجهاز القلبي الوعائي ، حيث يعمل كربوكسي الهيموجلبين CO - Hb على تغيير استقلاب عضلة القلب ، ويعيق انتقال الأكسجين مما يؤدي إلى نقص كمية الأكسجين في عضلة القلب ويضر بالتالي بالأنسجة القلبية مسبباً أمراض الأوعية القلبية التي تتمثل في زيادة انقباض العروق وتصلب الشرايين ، كما أن للتدخين دوراً في إطلاق أحماض دهنية في مناطق الشحم مما يرفع مستوى دورات الدهون وتخفيض كمية الأكسجين التي تنقل إلى الأنسجة بسبب ما يحتويه الدخان من أول أكسيد الكربون [38,48] .

وبين الجدول (4 - 2) تراكيز المعقد CO - Hb في الدم عند تغيير تركيز CO في الجو .

جدول (4 - 2)

تركيز CO - Hb في الدم عند التوازن	تركيز CO (ملغم / لتر)
2.1 %	10
3.7 %	20
5.3 %	30
8.5 %	50
11.7 %	70

العلاقة بين تركيز CO وتركيز CO - Hb في الدم [44]

وتستعمل المعادلة التالية لحساب تركيز المعقد CO - Hb

$$\text{CO - Hb \%} = 0.16 [\text{CO}] + 0.5$$

[CO] = تركيز غاز CO مقاساً بـ (ملغم / لتر)

0.5 = النسبة المئوية الطبيعية للمعقد CO - Hb في دم الانسان البالغ .

مثال : شخص دائم التعرض الى تركيز غاز CO ، حيث كان تركيز اول اكسيد الكربون المقاس يساوي 50 ملغم / لتر . اوجد نسبة تركيز المعقد CO - Hb في دم ذلك الشخص .

$$\text{CO - Hb \%} = 0.16 [\text{CO}] + 0.5$$

$$\text{CO - Hb \%} = 0.16 [50] + 0.5 = 8.5 \%$$

كما يبين الجدول (2 - 5) التأثيرات الصحية وعلاقتها بتركيز CO - Hb في

الدم .

جدول (2 - 5)

التأثيرات الصحية	تركيز CO - Hb (%)
لا توجد تأثيرات واضحة .	اقل من 1.0 %
تأثيرات على التصرفات وفقدان جزئي للتوازن .	(1.0 - 2.0) %
تأثيرات على الجهاز العصبي المركزي وتشويش في وظائف العين (الرؤية) وبعض الحركات اللاارادية.	(2.0 - 5.0) %

تابع جدول (5 - 2)

تركيز CO - Hb (%)	التأثيرات الصحية
(5.0 - 10.0) %	عدم انتظام دقات القلب وعدم انتظام في وظائف الرئة والتنفس.
(10.0 - 80.0) %	صداع ، تعب شديد ، دوخة ، إغماء ، توقف التنفس ثم الموت.

التأثيرات الصحية وعلاقتها بتركيز CO - Hb في الدم [44]

وقد ثبت ان تركيز CO - Hb في دم المدخنين هو أكثر من ضعفين الى اربعة أضعاف التركيز في دم الانسان غير المدخن ، فالتدخين إذا يشكل الدرجة الاولى التي ترفع تركيز المعقد CO - Hb في الدم ، بالإضافة الى العوامل الجوية ، خاصة عند ركود الهواء وحدوث التدرج الحراري المقلوب ، كما ان الأشخاص الذين تقتضي طبيعة أعمالهم العمل في أجواء المدن المزدهمة بالسيارات ، يتعرضون لاستنشاق كميات من غاز اول اكسيد الكربون التي تعمل على رفع نسبة تركيز المعقد CO - Hb في دمائهم [15,20,44,145,149] .

كما يعمل غاز اول اكسيد الكربون عند تفاعله مع الحديد اللازم لعمل ونشاط بعض الانزيمات التنفسية واجباط عملها وتقليل فاعليتها ، وأشير هنا الى ان التركيز القاتل الذي يسبب الوفاة يتراوح ما بين (200 - 100) جزء بالمليون حيث يؤدي الى موت محقق خلال عشر دقائق ، في الوقت الذي يكون فيه تركيز CO في الهواء النقي لا يتجاوز 0.05 جزء بالمليون .

إن تلوث الهواء بأكاسيد الكربون وغيرها من الاكاسيد الاخرى بلغ حجماً مثيراً للقلق بشتى أنواع الامراض الجسدية والنفسية وحتى بالموت البطيء ، ففي مدينة طهران العاصمة الايرانية التي تعاني من اختناقات مرورية حيث يزيد عدد المركبات عن 700000 سيارة وشاحنة ينبعث منها يوميا ما يقارب 3000 طن من غاز اول اكسيد الكربون و 450 طن من الهيدروكربونات و 120 طن من ثاني اكسيد النيتروجين و 30 طن من أكاسيد الكبريت و طنان من الرصاص [125] ، ولهذه الملوثات تأثير خطير على صحة الانسان في هذه المدينة حيث ان استنشاق اول اكسيد الكربون وامتصاص الهيدروكربونات بالاستنشاق يؤدي الى فقدان الشهية ويتسبب في أوجاع الرأس ، وبارهاق شامل وتوتر دائم ، وأن أمراضاً مميتة قد تنجم عن التلوث إذا زاد تركيز هذه الملوثات عن الحد المسموح به عالمياً ، فمثلاً أن

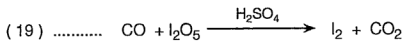
للمركبات الهيدروكربونية الأروماتية Aromatic Hydrocarbons تأثيراً خطيراً على صحة الإنسان في حال استنشاقها [190] ، وأرفق هنا جدولاً يبين سمية بعض هذه المركبات وتأثير تراكيزها المختلفة .

جدول (6 - 2)

اسم المركب	التركيز (جزء بالمليون)	التأثير
البنزين (C ₆ H ₆)	100	تخديش الأغشية المخاطية .
	3000	لا يمكن تحميله أكثر من نصف ساعة .
	7500	خطورة كبيرة عند التعرض له أكثر من نصف ساعة .
	20000	ميت بعد التعرض له لمدة (10 - 15) دقيقة .
التولوين (C ₇ H ₈)	200	ضعف وتعب وعدم التركيز بعد التعرض لمدة 8 ساعات .
	600	فقدان السيطرة على الحركات الإرادية وتوسع غير طبيعي لبؤبؤ العين بعد التعرض لمدة 8 ساعات .

سمية بعض المركبات الهيدروكربونية الأروماتية [44]

ولقياس تلوث الهواء بغاز أول أكسيد الكربون تستخدم طريقة الأشعة تحت الحمراء غير المبعثرة Non - Despersive Infra Red وتعتمد هذه الطريقة على اختزال أول أكسيد الكربون لخامس أكسيد اليود لينطلق عنصر اليود الذي يتناسب تناسباً طردياً مع غاز أول أكسيد الكربون الملوّث لتيار الهواء الذي يمر على خامس أكسيد اليود [15] ، كما تبين المعادلة الكيميائية (19)



وللتغلب على الملوثات الناتجة من محركات السيارات ومنها أول أكسيد الكربون ، تمّ اكتشاف ابتكارات يمكن إضافتها لجهاز العادم لتساعد في التحكم في الانبعاثات مثل إضافة مفاعل حراري الذي يعمل كغرفة احتراق خارج الماكينة تحفظ غازات العادم ساخنة لمدة طويلة لأكمال أكسدة أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات إلى منتجات غير ضارة [5,44,184] .

ثانياً : تلوث الهواء بأكاسيد النيتروجين (NO_x)

ينتج عن عوادم السيارات بعض الاكاسيد النيتروجينية ، وذلك بفعل الحرارة العالية للاحتراق التي تتوفر عادة في محرك السيارة ، وتنتج أيضاً من محطات توليد الكهرباء التي تعمل بالبترو ، ومن أهم هذه الاكاسيد غاز ثاني اكسيد النيتروجين (NO₂) وأول اكسيد النيتروجين (NO) ومنها كذلك اكسيد النيتروز (N₂O) .

وتعتبر أكاسيد النيتروجين من الغازات السامة والمهيجة والقاتلة ، ذلك انها تتحول الى حامض النيتريك HNO₃ في الرئتين وتحدث فيها التهابات خطيرة ، وقد تسبب الموت خلال نصف ساعة اذا وصلت نسبتها في الهواء الى 0.07 % ، وهي تساهم مع الفحم الهيدروجيني في تكوين الضباب الاسود الضوء كيميائي الذي يغطي سماء المدن الصناعية مشكلاً ضباباً على شكل ايروسلات Aerosols ضارة بالصحة والممتلكات ، واذكر هنا حادثة لندن التي وقعت في عام 1952 حيث سكن الهواء ، وانخفضت درجة الحرارة وزادت الرطوبة وكثر الضباب الدخاني الملوث بالغازات السامة مثل أكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت والهيدروكربونات المتصاعدة من مواقد الفحم في المصانع والبيوت وانعدمت الرؤية حيث اصبح مداها ثلاثة أمتار مما أدى الى وفاة 4000 شخص ، وحدث مثل هذا الحادث ايضاً في مدينة (دورونا) في ولاية بنسلفانيا الأمريكية عام 1984 ، وأدى ذلك الى إصابة 6000 شخص بأمراض تنفسية توفي منهم عشرون شخصاً [5,11,14,21,145,184] .

وأشارت إحدى الدراسات الطبية الى أن مزيداً من الناس يموتون في لندن خلال الايام التي يكون فيها الهواء الخارجي أكثر تلوثاً ، وذلك بسبب الوقود المحترق من عوادم السيارات ، واوضحت الدراسات أن الوفيات بسبب الأزمة القلبية وأمراض التنفس قد ارتفعت بنسبة 5.4 % خلال الايام التي يبلغ بها الدخان الأسود الناتج عن الدرات العالقة في الهواء وبلوغ أكاسيد النيتروجين والاوزون أعلى مستويات تركيزها [11,125] .

وبين الجدول (7-2) تراكيز الجرعات الخطيرة لغاز ثاني اكسيد النيتروجين NO₂ وتأثيرها على الانسان .

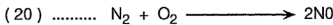
جدول (2-7)

تركيز غاز NO ₂ (جزء بالمليون)	الاعراض او الانفعال
1 - 3	الاحساس بالرائحة .
5 - 10	تخديش الانف .
10 - 15	ضيق التنفس .
اكثر من 20	ضيق شديد في التنفس .
اكثر من 30	احتقان السوائل في الرئة .
100	الموت .

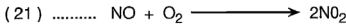
تأثير تركيز غاز ثاني اكسيد النيتروجين على الانسان [44] .

إن لأكاسيد النيتروجين تأثيراً على الاصباغ والالياف النسيجية ومنها النوع المستعمل مع الرايون (Rayon) ومع القطن ، وتتأثر ايضاً سبائك (النحاس - البراس) المستخدم في صناعة اسلاك التلفونات بأكاسيد النيتروجين من خلال التأثيرات التي سببها الغبار المتراكم على اسلاك التلفونات المتأكلة حيث ظن أن هذا الغبار كان محملاً بأكاسيد النيتروجين [44] .

وينتج غاز اول اكسيد النيتروجين عن اتحاد عنصر النيتروجين مع عنصر الاكسجين في الهواء ، كما يوضح ذلك التفاعل الكيميائي رقم (20) .



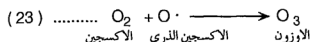
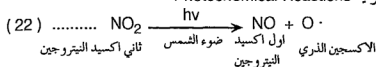
كما ينتج ثاني اكسيد النيتروجين عن تفاعل اول اكسيد النيتروجين مع الاكسجين عند درجات الحرارة العادية ، والتفاعل رقم (21) يبين ذلك .



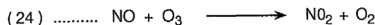
وتعتبر أكاسيد النيتروجين من أخطر ملوثات الهواء حيث تدخل في سلسلة تفاعلات كيميائية ضوئية تشمل تفاعلات الهيدروكربونات وتؤدي إلى تكوين الاوزون ، كما أن لذلك تأثيراً على تهيج العيون والجيوب الأنفية والجهاز التنفسي

والالتهاب الرئوي ، وإذا وصل تركيز ثاني أكسيد النيتروجين الى 0.5 جزء بالليون لمدة 35 يوماً ، فإن ذلك يؤدي إلى تساقط أوراق الأشجار والشحوب الكلوروفيلي في الحمضيات .

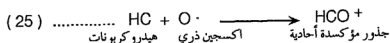
وتبين التفاعلات الكيميائية التالية تفاعلات أكاسيد النيتروجين في سلسلة التفاعلات الكيميائية الضوئية



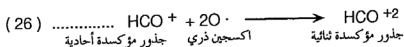
ويتفاعل غاز اول اكسيد النيتروجين مع الاوزون مكونا ثاني اكسيد النيتروجين ، كما يبين ذلك التفاعل (24)



وعندما توجد جسيمات المواد الهيدروكربونية في الهواء ، فإن هذه الجسيمات تعمل على تحويل أكاسيد النيتروجين من أكسيد إلى أكسيد آخر مما يؤدي إلى تراكم الاوزون ، وتتفاعل بعض الهيدروكربونات (HC) مع الاكسجين الذري (O·) مكونة جذوراً مؤكسدة أحادية (HCO +)



ثم تتفاعل الجذور المؤكسدة الأحادية مع الاكسجين الذري مرة أخرى مكونة جذوراً مؤكسدة ثنائية ، كما يوضح ذلك التفاعل (26)



وتتفاعل HCO + 2 مع اول اكسيد النيتروجين مكونة ثاني اكسيد النيتروجين وجذوراً مؤكسدة أحادية كما في التفاعل (27)



كما تتفاعل بعض الجذور المؤكسدة لجسيمات الهيدروكربونات مع غاز ثاني اكسيد

- 61 -

الغاز الضحّاك أو أكسيد النيتروز وأكاسيد النيتروجين الأخرى في الاعتبار في أية مناقشة تدور حول المواد التي يلزم تخفيضها من أجل تقليل التهديد الذي يتعرض له الأوزون .

كما ان لأكاسيد النيتروجين تأثيراً ساماً وخطيراً فمثلاً في حال زيادة تركيز ثاني أكسيد النيتروجين في الهواء ، وبسبب تأثير أشعة الشمس ، فان هذا الغاز يمتص طاقة ويتحول الى غاز اول أكسيد النيتروجين الذي يتحد مع الهيموجلوبين مكوناً الميثاغلوبين Methamyoglobin الذي ينتج عنه نقص في كمية الاكسجين التي تصل الى الجسم والخلايا ويسبب ذلك ظاهرة الطفل المزرقي Blue Baby ، وسأتناول هذه الظاهرة بالتفصيل في الفصل الثالث من هذا الكتاب .

وبين الجدول (9 - 2) أدناه كمية الملوثات المنبعثة من عوادم السيارات ومن بينها أكاسيد النيتروجين حيث تتناسب كمية هذه الملوثات طردياً مع وزن السيارة .

جدول (9 - 2)

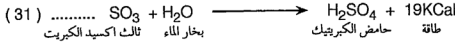
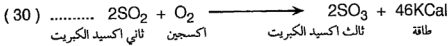
وزن الملوثات المنبعثة بالغرام			وزن السيارة (كغم)
NO _x	CH	CO	
9.6	4.7	60	حتى 75 كيلو غرام
10.5	5.2	70	من (850 - 1020)
11.4	6.1	80	من (1020 - 1250)
17.4	8.3	132	أكثر من 1250

كمية الملوثات المنبعثة من المركبات [5]

ولقياس الهواء الملوّث بأكاسيد النيتروجين تستخدم أجهزة ذاتية لتحليل الاكسيد ، فمثلاً يمكن قياس تركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين باستخدام جهاز ذاتي لتحلل الغاز Auto Analyzer ، وأن الحد المسموح به عالمياً لتلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد النيتروجين هو 0.35 جزء بالمليون (ملغم / لتر) ، في الوقت الذي يقدر فيه العلماء ان تراكيز أكاسيد النيتروجين سيصل الى 375 جزء بالبليون (ميكروغرام / لتر) في عام 2030 م [15,145,184] .

ثالثاً : تلوث الهواء بأكاسيد الكبريت (SO_x)

تعتبر أكاسيد الكبريت وما ينتج عنها من اخطر ملوثات الهواء على البيئة ، وتنتج هذه الأكاسيد من محطات توليد الكهرباء ومحطات تكرير البترول ومصانع الورق ، حيث قدرّت نسبة هذه الأكاسيد الناتجة عن صناعة الورق بحوالي 50 % كما يقدر العلماء كميات أكاسيد الكبريت الملوثة للهواء والناتجة عن النشاط الانساني بما يقارب 59 مليون طن سنوياً ، ومن أهم أكاسيد الكبريت غاز ثاني أكسيد الكبريت SO₂ وغاز ثالث اكسيد الكبريت SO₃ التي تسهم في تكوين المطر الحامضي Acid Rain الذي يتكون عن طريق تفاعل ثالث اكسيد الكبريت مع الاكسجين وبخار الماء في الهواء ليعطي حامض الكبريتيك الذي يتساقط على شكل قطرات ، كما يوضح ذلك التفاعلات 30 ، 31 .



ويحتوي الهواء على نسبة عالية من غاز ثاني اكسيد الكبريت الذي يتميز بانه عديم اللون وله رائحة مهيجة غير مستساعة ، ولديه قابلية للاشتعال ، ويتحد مع المؤكسدات القوية مكوناً غاز ثالث اكسيد الكبريت كما هو واضح في التفاعل (30) ، ولغاز ثاني اكسيد الكبريت وأكاسيد الكبريت الاخرى تأثير على الجهاز التنفسي حيث تسبب التهابات حادة وخطيرة على شكل نوبات تنفسية تكون مصحوبة بالتهابات رئوية مزمنة ، وإلتهاب الكلى وتؤثر أيضاً على تساقط الشعر .

وعندما يتراوح تركيز SO₂ في الهواء ما بين (100-150) ملغم / لتر ، فانه يؤدي الى موت محقق ، حيث ان الجرعة القاتلة للانسان هي 150 ملغم / لتر في حال تعرض الانسان لاستنشاق الغاز لمدة عشر دقائق ، وتزداد الآثار الخطيرة لغاز SO₂ حين ترافقه دقائق الغبار الصناعي والدقائقات الأخرى فيتكون ما يعرف بـ (ايروسول الكبريتات) ، وهي مادة خطيرة جداً تفوق آثارها التخريبية أكثر من اربعة أضعاف تأثيرات SO₂ ، وتسبب الامراض التنفسية وتسهم في زيادة الوفيات بنسبة 84 % ، ومن أسوأ الكوارث التي سجلت بالتلوث بأكاسيد الكبريت حادثة لندن في عام 1952 التي أثرت إليها سابقاً حيث ادى ذلك الى وفاة 4000 شخص بسبب

الضباب الاسود London Smog [11,14,21,44] .

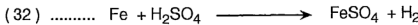
كما أن لغاز ثاني اكسيد الكبريت تأثيراً على أوراق النباتات مما يسبب موت الورقة او تبقعها في حال دخوله النسج النباتي ، وذلك بتفاعله مع الماء مكوناً الكبريتيت (SO_3^-) ثم الكبريتات (SO_4^{2-}) وهذه الأخيرة سامة ، ويبين الجدول (10 - 2) تأثير غاز SO_2 الخطير على الخضروات التي تتأثر هي الأخرى حيث ينعكس ذلك على تلف الأوراق وتخلف نمو النباتات [14,44] .

جدول (10 - 2)

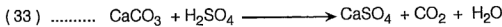
التركيز (ملغم / لتر)	فترة التعرض	التأثيرات
1.0	8 ساعات	تلف 50 % من الأوراق .
0.6	ساعة واحدة	بداية مظاهر لتلف الأوراق .
0.4	8 ساعات	بداية مظاهر لتلف الأوراق .
0.1	3 أسابيع	تساقط مبكر للأوراق .
0.15	سنة واحدة	تخلف نمو 80 % من النباتات .
0.01	سنة واحدة	تخلف نمو 36 % من النباتات .

تأثير تركيز ثاني اكسيد الكبريت على الخضروات [14]

ويحتوي هواء المدن على غاز SO_2 الذي يحدث اضراراً بالملتمكات ايضاً ، وأن تكون أحماض قوية عند ذوبان أكاسيد الكبريت ومنها SO_2 في الماء مثل حامض الكبريتوز H_2SO_3 وحامض الكبريتيك H_2SO_4 يترك تأثيرات سلبية على الممتلكات تتمثل في التأثير على الاصباغ والملابس المصنوعة من النايلون والخيوط الصناعية وصناعة الورق وتعمل على تآكل المعادن كما يبين التفاعل الكيميائي (32)



وتؤثر كذلك على مواد البناء حيث يدخل في تركيب هذه المواد كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ التي تتفاعل بسرعة مع حامض الكبريتيك :



ما يؤدي الى إحداث تصدعات في المباني .

وبيين الجدول (11 - 2) قيمة التركيزات المسموح بها لبعض ملوثات الهواء ومنها غاز ثاني اكسيد الكبريت SO₂ ، وفي حال تجاوزها يصبح لها مخاطر كبيرة تضر بالانسان والحياة .

جدول (11 - 2)

المادة الملوثة	الحد المسموح به عالمياً (ملغم / لتر)	التأثيرات
البنزين	100 ملغم / لتر	بخار
الرصاص	0.15 ملغم / م ³	رماد
الكادميوم	0.1 ملغم / م ³	بخار
اول اكسيد الكربون	100 ملغم / لتر	غاز
اكسيد النيتروجين	25 ملغم / لتر	غاز
بنزوبيرين	5 %	غاز
ثاني اكسيد الكبريت	15 ملغم / لتر	غاز

الحد المسموح به عالمياً لتركيزات بعض ملوثات الهواء [51]

وتنبعث في الاردن ملوثات تشتمل على أكاسيد الكبريت حيث يعزى تلوث الهواء بشكل أساسي الى مصفاة البترول والى ارتفاع نسبة الكبريت في الوقود ، وان المصدر الرئيس الثاني ناتج عن غازات عوادم السيارات ، وبيين الجدول (12 - 2) مستوى تركيز ملوثات الهواء قرب مصفاة البترول الاردنية بالمقارنة مع تركيزاتها في كل من أمريكا USA وكندا CANADA ومنظمة الصحة العالمية * [65]

* مقال بقلم أسعد سليمان « دراسات وابحاث بيئية / تلوث الهواء في الاردن » 1993 [65]

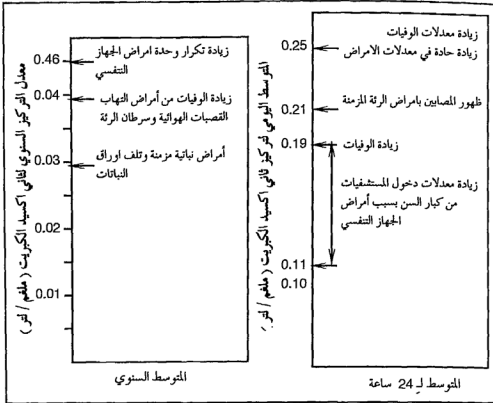
جدول (12 - 2)

Pollutant Measured, 1 Hr	Max - Conc Measured, 1 Hr	Max - Conc Allowable	
NO	0.093	0.21	
NO2	0.069	0.21	
O3	0.045	0.08	
H2S	< 0.03	0.03	
SO2	< 0.40	0.497	
H2S Standard PPM	Canada	California	
1 HR	0.0108	0.03	
24 HR	0.006	—	
SO2 Standard, PPM	USA	CANADA	WHO
Yearly	0.03	0.023	(0.015-0.023)
24 Hr	0.139	0.11	0.047
1 Hr	0.497	0.34	0.134

مستوى تركيزات الملوثات في الهواء قرب مصفاة البترول الاردنية بالمقارنة مع تركيزاتها في WHO , CANADA , USA [65]

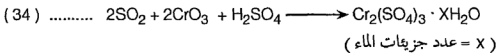
ويخلص الشكل رقم (4) اهم تأثيرات ثاني اكسيد الكبريت والحبيبات الدقيقة على الصحة العامة للانسان ، وتأثيرها كذلك على النباتات حيث تسبب أمراضاً نباتية مزمنة وتلفاً للأوراق .

شکل (4)



تأثير تركيز ثاني اكسيد الكبريت والحبيبات الدقيقة في الصحة العامة [85]

ويُقاس تركيز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء من خلال اختزاله لحامض الكروميك Chromic Acid مكوناً كبريتات الكروم كما يتضح ذلك في التفاعل الكيميائي رقم (34)

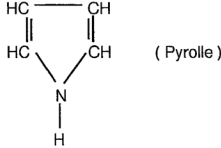
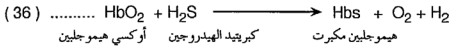
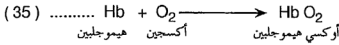


ويمكن استخدام بعض النباتات مثل البندورة وأوراق الصنوبر ككاشف لتلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت حيث تتأثر انسجة أوراق هذه النباتات بتركيزات هذا الملوّث .

كما ان هناك أجهزة قليلة التكاليف تأخذ عينات من الهواء الملوث بغاز SO_2 ، بالإضافة الى وجود محطات رقابة للتلوث الجوي ومحطات اقليمية و فرعية من اجل قياس التلوث الجوي وتحديد تراكيز الملوثات بانواعها المختلفة .

رابعاً : تلوث الهواء بغاز كبريتيد الهيدروجين (H₂S)

ينتج غاز كبريتيد الهيدروجين عن تخمر المواد العضوية المحتوية على الكبريت ومن صناعة النفط والمطاط والورق ، وهو سريع التحلل بالمؤكسدات ، وعندما يصبح تركيزه مرتفعاً ، فان ذلك يؤدي الى تخدر حاسة الشم ويؤثر ذلك على الجهاز العصبي المركزي ويحدث صعوبة في التنفس التي تنتج عن اتحاد غاز H₂S مع هيموجلبين Haemoglobin الدم فيتكون « هيموجلبين مكبرت - Sulfhemoglobin » حيث ترتبط ذرة الكبريت مع البايرول Pyroline في جزء الهيموجلبين [157] ، مما يؤدي الى إضعاف قدرة الهيموجلبين على حمل الاكسجين الى اعضاء الجسم المختلفة ، كما يبين التفاعلان 35 و 36



كما ان الأشخاص الذين يتعرضون لتراكيز عالية من غاز كبريتيد الهيدروجين يصابون بخمول في التفكير وعدم القدرة على التركيز [14,149] .

والحد المسموح به عالمياً يتراوح ما بين (0.003 - 0.008) ملغم / لتر ، وإذا وصل تركيز كبريتيد الهيدروجين في الجو الى 500 ملغم / لتر واستنشق لمدة ساعة ، فانه يؤدي الى الموت ، ويبين الجدول (2 - 13) تأثيرات غاز H₂S على صحة الانسان عند استنشاقه لتراكيز مختلفة من هذا الغاز .

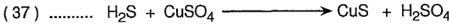
جدول (13 - 2)

التأثيرات	مدة التعرض	التركيز (ملغم / لتر)
يؤثر على الجهاز العصبي .	ساعة	1.0
تدمير حاسة الشم .	مدة طويلة	0.3
إصابة الجهاز التنفسي .	ساعة كل يوم	100
الجرعة القاتلة للإنسان .	30 دقيقة حتى مدة ساعة	500

تأثير تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين على صحة الإنسان [14]

وأذكر هنا ، حادثة تسرب غاز كبريتيد الهيدروجين إلى سماء مدينة بوازريكا في المكسيك عام 1950، مما أدى إلى وفاة (22) شخصاً وإصابة 320 شخصاً بتهيج حاد لبطانة الجهاز التنفسي وتليف في الجهاز العصبي [14,44] .

ويعتبر غاز H_2S من أشد الغازات السامة حيث تفوق سميته عشرة أضعاف سمية أول أكسيد الكربون CO ، ويمكن قياس تلوث الهواء بغاز كبريتيد الهيدروجين عن طريق تفاعله مع كبريتات النحاسيك $CuSO_4$ مكوناً كبريتيد النحاسيك CuS الذي يتناسب تركيزه مع تركيز H_2S في الهواء



وللتخلص من هذا الغاز السام تستخدم بعض الطرق الصناعية موضحة في

الجدول (14 - 2) .

جدول (14 - 2)

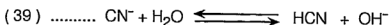
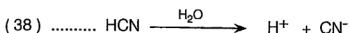
اسم الطريقة	التفاعلات الكيميائية	طريقة استعادة المادة الفعالة في الإزالة
1- الجربوتول Girbotol	$2RNH_2 + H_2S \rightleftharpoons (RNH_3)_2S$	التزح بالبخار .
2- الفوسفات Phosphate	$K_3PO_4 + H_2S \rightleftharpoons KHS + K_2PO_4$	التزح بالبخار .
3- السيورد Seaboard	$Na_2CO_3 + H_2S \rightleftharpoons NaHCO_3 + NaHS$	النفخ الهوائي .
4- الصودا الكاوية	$2NaOH + H_2S \rightleftharpoons Na_2S + 2H_2O$	لا يستعاد .
5- اللايم	$Ca(OH)_2 + H_2S \rightleftharpoons CaS + 2H_2O$	لا يستعاد .

أسماء بعض طرق إزالة غاز كبريتد الهيدروجين [44]

خامساً : تلوث الهواء بغاز سيانيد الهيدروجين (HCN)

يدخل السيانيد في صناعة المواد الكيميائية العضوية مثل مبيد القوارض Rodenticide ومبيد الحشرات Insecticide وفي عمليات الطلاء الكهربائي Electroplating ، وفي تعقيم التربة Sterilization Soil ويدخل أيضاً في صناعة مواد التلميع مثل Silver Polish ، كما يدخل في تنظيف المعادن [157,187,190] .

ويمتاز غاز سيانيد الهيدروجين برائحة اللوز المر Bitter Almond ، وليس له أي لون في حالته السائلة حيث يذوب تماماً في الماء كما يوضح ذلك التفاعل (38) و (39)

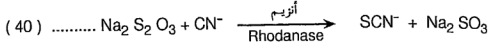


ويعتص بخار السيانيد اما عن طريق الجلد او عن طريق الرئتين حيث يترك اللون الاحمر الوردي Pink على الجلد والغشاء المخاطي ، ويعمل أيون السيانيد CN^- على تثبيط أنزيم (سيتوكروم - P450 الاكسداز: Cytochrome P- 450 Oxidase) الضروري لتنفس الخلايا كما يثبط عدداً من الانزيمات المهمة في العمليات الحيوية بالارتباط مع ايون الحديد Fe^{+3} الموجود في تركيب هذا الانزيم ، وبالتالي يوقف فاعليتها [157,187,188,189] .

وفي حالة تعرض الشخص لغاز سيانيد الهيدروجين ، فانه يتسبب في نقص وصول كمية الاكسجين الضرورية لأنسجة الخلايا (Hpoxia) وحدوث صداع Headache وعدم القدرة على تنسيق العضلات الارادية Ataxia والغيوبة Coma ومن ثم الموت ، ويعتمد حدوث هذه الاعراض على الجرعة التي يتعرض لها الشخص [187,189] ، ومن أعراض التسمم الأخرى بغاز HCN توسع بؤبؤ العين Widely Dilated Pupils والصدمة Shock [188] .

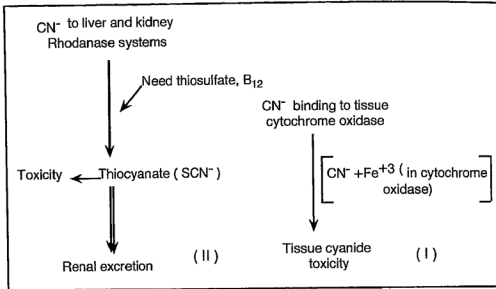
ولازالة التسمم بالسيانيد Cyanide Detoxification يعطي المصاب محلول صوديوم ثيوسلفات ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) بتركيز 25 % بمقدار 50 مليلتر ، وبوجود أنزيم Rhodanase الذي يعمل على تحويل أيون السيانيد (CN^-) الى أيون الثيوسييانيد

(SCN⁻) غير السام نسبياً حيث يتم طرح هذا الايون الاخير عن طريق البول [188,189] .



وبين الشكل رقم (5) المرفق مخططاً يلخص (1) كيفية حدوث التسمم بالسيانيد وارتباطه بأيون الحديدك Fe⁺³ الموجود في انزيم سايتوكروم الاكسداز وكيف (II) تتم ازالة التسمم .

شكل رقم (5)



مخطط يبين (1) كيفية التسمم بالسيانيد و (II) طريقة إزالة التسمم بالسيانيد [188]

ولقد تسبب غاز سيانيد الهيدروجين في الكثير من الحوادث الخطيرة والمميتة ، ومنها حادث احتراق البلاستيك الذي يحتوي على النيتروجين في إحدى الطائرات ، حيث أدى ذلك إلى تحرر غاز سيانيد الهيدروجين مما تسبب بوفاة 119 مسافراً في مدينة باريس عام 1973 ، وتكرر نفس الحادث في مدينة الرياض عام 1980 ، وأدى تصاعد غاز HCN نتيجة احتراق البلاستيك إلى وفاة 303 مسافر كانوا متوجهين لاداء فريضة الحج ، كما تستعمل بعض الدول السيانيد لتنفيذ حكم الاعدام بحق المجرمين . ومن الحوادث الخطيرة ايضاً ، ذلك الحادث الذي ارتكبه زعيم ديني في غينيا

عام 1978 حيث وضع مادة السيانيد في شراب التوت لأكثر من 900 شخص مما أدى الى موتهم جميعاً [189] .

سادساً : تلوث الهواء بالاوزون (O_3)

سبق وأن أشرت الى أن غاز الاوزون يدخل في التفاعلات الكيميائية Photochemical Reactions مكوناً أكاسيد النيتروجين ودقائق الهيدروكربونات وملوثات ثانوية أهمها الضباب الكيميائي Photochemical Smog ، وذلك لان غاز الاوزون يعتبر مؤكسداً Oxidant قوياً للمواد العضوية .

ويتراكم الاوزون في الهواء بسبب وجود جسيمات المواد الهيدروكربونية التي تعمل على تحويل أكاسيد النيتروجين من اكسيد الى آخر ، كما يتكون غاز (O_3) عند تفاعل ثاني اكسيد النيتروجين مع أشعة الشمس حيث يتحول الى أول اكسيد النيتروجين والاكسجين الذري الذي يتفاعل بدوره مع الاكسجين مكوناً الاوزون ، كما لاحظنا في سلسلة التفاعلات الكيميائية في التفاعلين (22) و (23) .

وعندما يصل تركيز الاوزون الى 1 ملغم/ لتر ويتم التعرض له لمدة ساعة، فان ذلك يؤدي الى اضطراب وظائف الرئة والتهاب الشعبات الهوائية ، ويفقد الهيموجلبين 40 % من قدرته على الاتحاد مع الاكسجين ، واذا زاد عن ذلك فانه يؤدي الى التهابات حادة ونزيف دموي [17,128,149] ، كما أن ارتفاع تركيز الاوزون بمعدل 300 مليغرام لكل متر مكعب من الهواء يؤدي الى انخفاض مدى الرؤية ، وتسمى هذه الحالة بالضباب الكيميائي .

ويمكن استخدام بعض النباتات مثل السبانخ واوراق الصنوبر ككاشف لتلوث الهواء بالاوزون ، حيث يؤثر الاوزون على بعض النباتات ، كما بينت ذلك من خلال الجدول (1 - 1) .

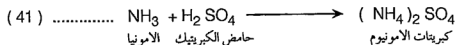
سابعاً : تلوث الهواء بغاز الأمونيا (NH_3)

ينتج غاز الامونيا عن تخمر المركبات العضوية النيتروجينية ومن صناعة النفط والأسمدة ، ويمتاز هذا الغاز بأنه شديد السمية حيث يهيج بطانة الغشاء المخاطي للجهاز التنفسي والانف والحنجرة والعينين .

ويعتقد ان التعرض لغاز الأمونيا وحتى لتركيز منخفضة لفترة طويلة يسبب

العقم ، حيث يؤثر هذا الغاز على بعض الانزيمات مثل انزيم الفوسفاتاز الحامضي في خلايا الخصىة [157] .

ويمكن قياس تركيز غاز الامونيا عن طريق معادلته مع حامض الكبريتيك ، ومن ثم تحوّل لون الكاشف المستخدم بسبب التغير في درجة الرقم الهيدروجيني (PH) .



4 - 2 تلوث الهواء بالجسيمات

يمكن تقسيم الجسيمات Particulates التي تعمل على تلوث الهواء الى قسمين :

الاول : الجسيمات الصلبة التي تحتوي على العناصر المعدنية وحببيات الغبار Dust والأتربة القلوية او الأتربة الاسمنتية ، إضافة الى مصانع الاسفلت والطوب والسيراميك والزجاج وجسيمات الهيدروكربونات التي تنبعث من عوادم السيارات وجسيمات المبيدات الزراعية التي تحتوي على الزئبق والزنك والحارصين وجسيمات السناج Soot وجسيمات الرماد Ash وجسيمات الدخان smog .

والقسم الثاني : الجسيمات السائلة التي تشتمل على جسيمات الرذاذ Mist التي تتكون من سائل معلق في الهواء ، وجسيمات الايروسولات Aerosols وهي عبارة عن دقائق صلبة او سائلة لا تتراكم مثل جسيمات الضباب Fog المرئية ، هذا بالإضافة الى جسيمات الأبخرة Vapours التي تنتج عن طريق التكثيف او التصعيد او التفاعلات الكيميائية للعناصر المعدنية .

ويتراوح قطر حجم الجسيمات الصغيرة بين (0.1 - 10) ميكرون التي تصل الى الرئتين محدثة أضراراً بالصحة ، إضافة الى ان عمليات الاحتراق غير الكامل تؤدي الى إطلاق عشرات الانواع من الجسيمات الملوثة للهواء ، وكذلك الافران التي تستعمل في مصانع الاسمنت حيث تعرض المواد الأولية التي تدخل في صناعة الاسمنت من الحجر الجيري والرمل والجبس وخبث الحديد الى 1400 درجة مئوية ، وينتج عنها الغازات وكميات من الغبار والأتربة الناتجة عن حرق المواد الأولية.

وسأتناول هنا بشيء من التفصيل تأثير هذه الملوثات الخطيرة على الانسان
والبيئة :

الجسيمات الصلبة Solid Particulates

تعتبر الجسيمات الدقيقة العالقة بالهواء التي تحتوي على العديد من العناصر المعدنية مثل الرصاص والزئبق والكاديوم والنيكل والزرنيخ والبريليوم من أخطر ملوثات الهواء حيث تتسبب في أمراض شتى لها تأثير سيء على صحة الانسان .

الرصاص - Lead :

تنبعث جسيمات الرصاص من عوادم السيارات ومن مصانع انتاج البطاريات، وتصل كمية الرصاص المنبعثة من السيارات الى ما يقارب 500000 طن سنوياً حيث يضاف الرصاص من اجل تخفيف صوت احتراق الوقود ، وليحترق البنزين بسهولة وسلاسة وانتظام ، وان الكميات التي تنبعث في سماء المدن تشكل كميات كبيرة ، ففي مدينة طهران وحدها ينبعث في سمائها طنان من الرصاص يومياً حيث يستنشق كل فرد نصف غرام من الرصاص الناجم عن احتراق ستة ملايين لتر بنزين .

وتنتج التأثيرات الضارة للرصاص بسبب انه يعمل على الاتحاد مع مجموعة السلفوهيدريل (SH) الموجودة في الانزيم المسؤول عن تكوين الهيم Heme أحد مكونات الهيموجلوبين [14]، وينتج عن ذلك نقص في تكوين جزيئات الهيموجلوبين بالدم ، ومن ثم الإصابة بمرض الانيميا ، وبنفس الطريقة يؤثر الرصاص على كثير من الانزيمات في الجسم المحتوية على مجموعة السلفوهيدريل (SH) مما يؤدي الى اختلال العديد من وظائف الجسم [14,148,149,157 173] .

وأثبتت الدراسات ان 50 % من الرصاص في دم الانسان في أمريكا سببه تلوث الهواء بالرصاص ، حيث تنطلق دقائق رابع ايثيل الرصاص Tetra Ethyl Lead من بنزين السيارات ، وينفذ هذا الشكل من مركبات الرصاص من خلال الجلد ، ويسبب تسمماً حاداً نتيجة التعرض المستمر عن طريق اللمس ، وينتشر في الهواء ويصل الى الجسم عن طريق الجهاز التنفسي Respiratory system ، ويؤثر ذلك على أنسجة الدماغ واختلال عمل الكلية وعسر الهضم ويؤدي الى التخلف العقلي والشلل الدماغي وتعاقب النوبات .

ووجد أن كلاً من التدخين وتناول الكحول يفاقم من تأثير الهواء الملوّث بالرصاص الذي يؤثر على صحة الانسان ، كما وجد ان الاشخاص البالغين الذين يدخنون أكثر من عشرين سيجارة في اليوم يكون تركيز الرصاص في دماهم أعلى بنسبة 10 % من الأشخاص غير المدخنين ، بالإضافة الى ان للرصاص تأثيراً على الجهاز العصبي Nervous system عند البالغين والاطفال ، حيث يتسبب في زيادة نفاذية حاجز (الدماغ / الدم) فيصبح أكثر نفاذية لبلازما الدم وما تحمله من مركبات كيميائية ويؤدي الى مضاعفات أخرى كالغيبوبة وارتخاء العضلات ، كما يؤدي أيضاً الى إحداث خلل في إفراز حامض اليوريك Uric Acid ، وبالتالي الى زيادة تركيزه في الدم وترسبه في المفاصل والكلى ، وقد يتراكم في أنسجة الكلية مدة تصل الى سنوات مما يسبب قصور الكلى الزمن ويعمل على تعطيل عمل الانزيمات ويؤدي الى فقر الدم ويؤثر على خلايا المخ [11,14,48,79,148,149,173] .

ومن المهم ان أذكر هنا ، تأثير الرصاص على الاطفال لإدراك مدى خطورته في البيئة حيث أشارت إحدى الدراسات التي قام فريق بحث من كلية طب البرت اينشتين في امريكا الى أن هناك تراجعاً في مستوى الذكاء عند الاطفال الناتج عن تراكم الرصاص في الدم ، وخلصت الدراسة الى ضرورة تقليل مستويات الرصاص في الدم عند الاطفال الذين لا تظهر عندهم أعراض واضحة للتسمم بالرصاص ، وتقرح الدراسة أيضاً أن تنظيف دم الاطفال من الرصاص يؤدي الى تحسين مستوى ادائهم في الاختبارات [130] . وأظهرت الدراسات الحديثة ان الكميات الضئيلة من الرصاص يمكن ان تتلف عملية تطور الدماغ وتؤثر في الذكاء ومن هذه الدراسات تلك التي قام بها مجموعة من الباحثين في الاردن لتحديد مستوى الرصاص في الدم لدى المواطن الاردني ، حيث أثبتت نتائج الدراسة ان المتوسط الحسابي لمستوى الرصاص في الدم يساوي (2.18 ميكروغرام / 100 مليلتر) وهذا المستوى أقل من مستوى الرصاص لدى المواطنين في دول أخرى [132] .

وأشارت الدراسة الى ان انخفاض مستوى الرصاص في الدم لدى المواطن الاردني يعود الى انخفاض نسبة تلوث الهواء بالرصاص في البيئة الأردنية ولانخفاض مستوى تلوث الأغذية بمادة الرصاص ، في حين أن متوسط مستوى الرصاص في الدم للمواطنين في أمريكا هو (13.9 ميكروغرام / 100 مليلتر) خلال الفترة

(1980 - 1976) ، وفي السويد 3.29 ميكروغرام لكل 100 مليلتر من الدم في عام 1988 [132] .

وتبعاً للمعلومات الفيدرالية لعام 1995 وهي المعلومات الأحدث في الولايات المتحدة الأمريكية ، فإن ثمانية ملايين طفل امريكي هم في مستوى الخطر نتيجة التأثير بالرصاص ، حيث تزيد نسبته في دمائهم عن 10 ميكروغرام ، مما يعرض مستويات الذكاء للتدهور ، وأن تركيز (7 - 8) ميكروغرام / لتر من الرصاص في دم الأم يؤدي الى نقص في وزن الجنين . وعندما يزيد تركيز الرصاص في الدم عن (30 ميكروغرام / 100 غرام) ، فإن ذلك يؤدي الى ظهور الانزيمات في البول كنتيجة لاحباط تكوين الهيم أحد مكونات الهيموجلبين [130,148,173] .

وأشير الى أن 60 باحثاً من تسع وعشرين دولة اجتمعوا في المقر الاوربي لمنظمة الصحة العالمية في كوبنهاجن في تشرين أول عام 1991 ، حيث أكد الباحثون أن تلوث البيئة هو المسؤول عن تشوهات الأجنة ومشاكل النمو والعقم عند بعض البالغين وحتى بعض أنواع السرطان ، وأطلق هؤلاء العلماء صرخة إنذار من أن الأطفال الذين سيولدون في الاجيال القادمة سيحملون زرع البيئة الملوثة الآن ، وأكد العلماء أن تشوهات الأجنة باتت مشكلة دولية تعود بشكل خاص الى تلوث البيئة موجهين الاتهام بشكل خاص الى الرصاص والزئبق والاكاسيد التي تشكل سموماً بالنسبة للولادات تماماً مثل الادمان على الكحول والتبغ والمخدرات ، وعدد العلماء مواد اخرى أنها وراء التشوهات كالمبيدات الحشرية والمواد العضوية والهورومونات المصنعة [131,190,194] .

وفيما يتعلق بمشاكل العقم أكد العلماء أن القصور في القدرة على التوالد في المرحلة الجنينية يصيب الرجال والنساء ، وذكر الباحثون أن % (20 - 10) من الأزواج في العالم يعانون من صعوبات في الانجاب وأن 60 % من الاجهاضات التلقائية قبل اكتمال نضوج الجنين ترتبط بتطور صبغي وأن 30 % من المواليد الجدد يصابون بأنواع مختلفة من التشوهات [131] .

وهناك محاولات للتقليل من إنتاج الرصاص حيث عمدت الولايات المتحدة الامريكية إلى تقليل نسبة الرصاص في البنزين ، فمثلاً كان البنزين يحتوي على غرام واحد لكل جالون في عام 1970 ، واصبح 0.1 غرام لكل جالون في عام 1986 أي

تم تخفيض كمية الرصاص عشر مرات ، كما نجحت اليابان في تخفيض نسبة الرصاص من منتجاتها البترولية حيث اصبحت 90 % من هذه المنتجات خالية من الرصاص .

واتخذت الاردن إجراءات من أجل فصل البطاريات الجافة عن النفايات المنزلية بسبب خطورها الشديد على الصحة وتلوث البيئة ، لاحتوائها على مواد سامة منها الرصاص وعناصر أخرى ثقيلة حيث تأتي خطورتها على الانسان عن طريق التخلص منها بأسلوب خاطيء عندما لا يتم فصل النفايات المنزلية ، وعند هطول الامطار تختلط هذه المياه بالنفايات مما يؤدي الى وجود تراكيز للعناصر الثقيلة بالمياه ، فيؤثر ذلك سلباً على المياه الجوفية او المياه التي تصل الى تجمعات مائية يستخدمها الانسان .

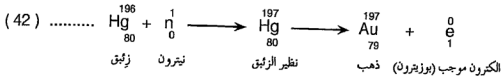
كما أنجزت شركة مصفاة البترول الأردنية نوعاً جديداً من البنزين الخالي من الرصاص ، ويعتبر هذا الانجاز خطوة متقدمة في مجال المحافظة على البيئة حيث يسهم في الحد من السموم الخطيرة التي تتصاعد من عوادم السيارات ومنها جسيمات الرصاص .

الزئبق - Mercury :

بالرغم من أن الفلزات جميعها صلبة ، إلا ان الزئبق (Hg) يوجد في الحالة السائلة [79] ، ويعمل الزئبق على تلويث الهواء عندما يوجد في صورة بخار ، كما أن جسيمات المبيدات الزراعية تحتوي على الزئبق حيث تنبعث هذه الجسيمات من خلال محطات التعرض لأبخرة الزئبق او عن طريق التعرض لمركبات الزئبق العضوية او تعرض الجلد لمفرقات الزئبق .

وان لبخار الزئبق تأثيراً خطيراً على صحة الانسان حيث ينفذ الى الرئتين ثم ينتقل ليرتكب في الدماغ وأجزاء أخرى من الجسم والى تشوهات جنينية والى التخلف العقلي ، بالإضافة الى التهاب اللثة والرجفة وتلف الكلية وحتى السرطان في بعض الاحيان ، ويعتبر الزئبق ملوثاً خطيراً وخصوصاً في حالة تحول الزئبق اللاعضوي الى صورة عضوية على شكل ميثيل الزئبق عن طريق الاحياء المجهرية ثم يتركز بالطعام ، كما يؤثر بخار الزئبق على الجهاز العصبي المركزي بشكل تدميري [14,79,143,148,173,184] .

ومن حوادث التسمم بالزئبق ما حدث للعالم نيوتن حيث اصابه بالجنون في آخر أيام حياته ، نتيجة تداوله وتعامله مع مركبات الزئبق ، وكان يهدف من ذلك الحصول على المعادن الثمينة كالذهب . وقد توصل العلم الحديث من خلال أبحاث الكيمياء النووية لتحويل الزئبق الى ذهب بعد قذف (Hg) بنيوترون فينتج نظير الزئبق الذي يتحلل متحولاً الى ذهب والكترون موجب كما يوضح ذلك التفاعل الكيميائي رقم (42)



وفي عام 1970 وقعت في العراق أسوأ حادثة تسمم بالزئبق أدت الى وفاة 500 شخص وإصابة 700 آخرين نتيجة الاستخدام المباشر في الاستهلاك للبذور المعاملة بالزئبق التي تستخدم بالزراعة [11] .

الكاديوم - Cadmium :

يعتبر الكاديوم من المعادن الثقيلة Heavy Metals التي تلوث الهواء ، حيث يستعمل في صناعة السبائك وأسلاك اللحام والالواح والبطاريات القلوية ، وكذلك يستخدم كمانع للصدأ عن الأدوات الحديدية والفولاذية بطريقة الرش المضغوط للكاديوم .

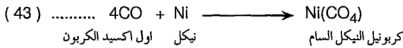
إن استنشاق ابخرة الكاديوم يؤدي الى انتفاخ الرئة Emphyseme وتليف في أنسجة الرئة والكلية وطرح بروتينات غير طبيعية Abnormal Protiens في البول وإلى اضطراب عمل الجهاز الهضمي وأمراض القلب وارتفاع ضغط الدم ، كما أنه يتراكم في الأعضاء التناسلية والكبد والكلية مسبباً تسممات عديدة قد تؤدي الى التشوهات الخلقية وبعض أنواع السرطانات [14,79,143,145,148,184] .

ويؤثر الكاديوم (Cd) على العظام مسبباً اضمحلالها تدريجياً ، وتعرض العظام أيضاً للكسر على أثر هزات ضعيفة مثل السعال ويعرف هذا المرض بـ « أيثي أيثي » الذي توفي بسببه 100 حالة عام 1965 في اليابان [14,79,143,145,148, 173,182,184] .

النيكل - Nickel :

إن التعرض لمحاليل النيكل عند تنقية المعدن أو الطلاء الكهربائي حيث يستخدم أو استنشاق بخار النيكل أو استنشاق الأتربة عند تنقية هذا المعدن ، تعتبر جميعها من الملوثات الخطيرة على الانسان والهواء .

ولبخار النيكل Nickel Fume تأثير على الجهاز التنفسي للعاملين في الصناعة ، ومن هذه الأبخرة بخار كربونيل النيكل $Ni(CO)_4$ الشديد السمية حيث يهاجم بروتينات أنزيم سايتوكروم الاكسداز Cytochrome Oxidase ويسبب أيضاً تقرحات في الجلد وسرطان الجيوب الأنفية والرتة [14,79,143,145,148,184] :

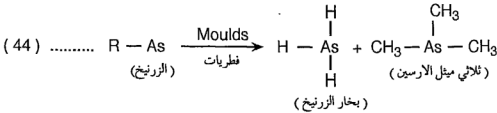


الزرنيخ - Arsenic :

يوجد الزرنيخ بالصناعة حيث يستخرج ويتم تنقيته من خاماته ، وتستخدم مركبات الزرنيخ لرش أشجار الفاكهة لقتل اليرقات وتغفير القطن لقتل الديدان ، كما تستخدم كمبيدات حشرية وفي عمليات الطلاء الكهربائي في أسفل السفن لمنع التعفن وفي تحضير العقاقير الطبية .

وللزرنيخ (As) خاصية التراكم الحيوي ، حيث يتراكم على طول السلسلة الغذائية ، ويتراكم بعد ذلك في أنسجة جسم الانسان ، وتعتبر مركبات الزرنيخ ضارة جداً مثل ثالث أكسيد الزرنيخ (As_2O_3) حيث أن 100 مليغرام منه كافية لقتل الانسان ، ويؤدي ذلك الى التهاب الشعبيات الهوائية وسرطان الكبد وسرطان الرئة والتشوهات الخلقية .

كما ينتج بخار الزرنيخ السام عن طريق تحوّل الزرنيخ بفعل بعض أنواع الفطريات الموجودة في الأخشاب حيث يستخدم كمادة حافظة .



إن استنشاق بخار الأرسين (الزرنيخ) يسبب تكسّر كريات الدم الحمراء مما ينتج عنه إفراز مادة الهيموجلوبين بالبول وبالتالي فقر الدم واصفرار بالانسجة [14,64,79,143,145,148,173,182,184] . وفي حال تعرض الانسان لاثربة مركبات الزرنيخ ، فان الغبار يترسب حول الانف والفم والرقبة ويسبب حدوث تأليل تتحول الى أورام سرطانية .

البريليوم - Beryllium :

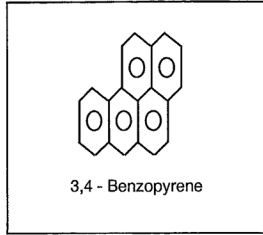
أن مصدر تلوث الهواء بالبريليوم (Be) هو عمليات التصنيع حيث يستخدم لتحضير سبائك النحاس وتوليد الطاقة الذرية وصمامات الراديو ، ومصباح النيون ، كما يستخدم كوقود للصواريخ .

يعتبر البريليوم ومركباته من أخطر الملوثات السامة حيث يسبب (Be) العديد من أمراض الرئة ، وفي حال تعرض الانسان لكميات عالية ، فان الموت السريع سيلحق بالانسان ، وان التعرض للاثربة المحملة بالبريليوم او ابخرته المتصاعدة من المعدن يؤدي الى التهاب أغشية الانف والشعب الهوائية وقد ينتج عنها التهاب رئوي.

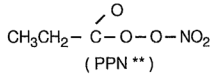
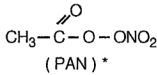
كما أن تلوث الجروح بأملاح البريليوم التي تدخل في صناعة مصابيح النيون يؤدي الى ظهور أورام جلدية وأورام ماثلة بالكبد والغدد والاعضاء الاخرى ، ويجب أن لا تزيد نسبة تركيز البريليوم في الجو عن (2 ميكروغرام / م³ من الهواء) ويحدث التسمم بالبريليوم عندما يصل تركيزه الى (100 ميكروغرام / م³ هواء) [14,64,79,143,145,148,182,184] .

جسيمات الهيدروكربونات Hydrocarbons Particulates

تعتبر جسيمات الهيدروكربونات العطرية متعددة النواة (Polynuclear Aromatic Hydrocarbons) التي تمثل العديد من ملوثات الهواء المسببة للسرطان (Carcinogen) مثل مادة (البنزوبيرين) التي تؤدي الى تخرش القناة الهضمية ، وربما سرطان القناة الهضمية والقولون وسرطان الشرج ، ومادة الميتلكولانترين التي



تنبعث من عوادم السيارات ، ومادة الاميانت المكونة لفرامل السيارات ، كما تحتوي الجسيمات الهيدروكربونية على مواد مؤكسدة مثل نترات بيروكسي أسيل Peroxy Acyl Nitrate (PAN *) ونترات بيروكسي البروبينيل Pyroxy Propinoyl Nitrate (PPN **) .



ويقدر العلماء مجموع الهيدروكربونات المنبعثة الى الجو في عام 2000 م بحوالي 558 مليون طن ، وهذا أمر خطير على الانسان وعلى البيئة حيث يهدد طبقة الاوزون بمزيد من التآكل [65] *** .

***محمد النبوري ، الحالة الراعنة للغلاف الجوي - ابحاث ودراسات بيئية 1993 [65]

جسيمات المبيدات الزراعية Pesticides Particulates

تتكون هذه الجسيمات من مواد عضوية مكلورة مثل (ثنائي كلورو الفينيل - ثلاثي كلورو الايثان - Dichloro Phenyl Trichloro Ethane) التي تختصرب (D.D.T.) حيث أن هذه الملوثات ثابتة العضوية الفوسفاتية ، ومبيدات البكتيريا Bacteriocides ومبيدات الفطريات Fungicides ، وتنبعث هذه المركبات الى الهواء ثم تسقط على الماء والغذاء فتلوثه ، وتكمن خطورة هذه المبيدات باحتوائها على العناصر الثقيلة ، وتحتوي الجسيمات العالقة بالهواء على العديد من هذه العناصر مثل الكاديوم والبريليوم والنيكل . وسأتناول المبيدات الزراعية فيما بعد بشيء من التفصيل [141,146,148,182] .

تلوث الهواء بالاسبست Asbestos

من ملوثات الهواء الخطيرة على صحة الانسان والبيئة الاسبست ، حيث يتم تعدين الاسبست في أماكن عديدة من العالم مثل كندا وروسيا وجنوب أفريقيا ، ويمتاز هذا المعدن بأليافه المرنة الشديدة ذات المقاومة العالية للحرارة والثبات الكيميائي في مواجهة أغلب الاحماض المعدنية ، ويدخل في تركيب الاسبست 95 % من سيليكات المغنيسيوم المائية ، وتستعمل الالياف على شكل أنسجة مقاومة للحريق كتلك التي يستخدمها رجال الاطفاء ، كما يستخدم في أغراض متعددة منها كبطانة لمكابح السيارات أو أسطح عازلة للمباني لمنع تسرب الحرارة أو طبقة غير موصلة حول التمديدات الكهربائية بعد ان يتم ضغط الالياف .

ويحدث في كثير من الحالات ان يبدأ الاسبست المضغوط بالتفكك فتنتطلق أليافه الدقيقة في الهواء ، مما يؤدي تراكم هذه الالياف في الرئة الى عدد من الامراض التنفسية ، وقد تقود هذه الالياف المهيجة للانسجة الى الاصابة بسرطان الرئة ، ويقدر الأطباء عدد حالات الوفاة من الامراض ذات العلاقة بالاسبست في الولايات المتحدة الامريكية بما يقارب 8500 حالة سنوياً [14,64,148,182] .

وبين الجدول (15 - 2) أهم ملوثات الهواء من الغازات والابخرة والغبار ومصادرها وأضرارها الصحية على الانسان .

جدول (15 - 2)

اسم المادة	المصدر	الضرر
أول اكسيد الكربون CO	نتج من الاحتراق الجزئي للقمح ، عادم السيارات . ملحوظة : يراعى تهوية أماكن الدفايات التي تستخدم الخشب نتيجة تولد هذا الغاز بكميات كبيرة في فصل الشتاء مؤدياً لاختناق طالبي الدفء .	غاز سام يطرد الاكسجين من الاوكسي هيموجلوبين ليكون كربوكسي هيموجلوبين لذا يحدث اختناق وتسمم الدم وتحدث الوفاة عند وصول نسبته بالدم النقي الى 75 % فيصطبغ لون المريض باللون الاحمر .
ثاني اكسيد الكبريت SO ₂	من البراكين ، احتراق الوقود المحتوي على نسبة من الكبريت ، في بعض الصناعات مثل صناعة التحاس، البترول .	تهيج الأغشية المخاطية للجهاز التنفسي والعيون .
أكاسيد النيتروجين	نتيجة الشرر الكهربائي عند حدوث البرق ، في صناعة حامض النيتريك ، عوادم السيارات .	مهيج للعيون ، ضار بالنباتات .
الهيدروكربونات	احتراق الوقود في الآلات الاحتراق الداخلي والقمح والخشب وتحلل البكتيريا وفي الغابات المرطبة والمستنقعات .	السرطان ، إتلاف جهاز الكلوروفيل في النباتات ومن فوائده امتصاص ثاني اكسيد الكربون وإخراج الاكسجين .
ابخرة الرصاص ابخرة الزئبق	مصانع صهر الرصاص والبطاريات السائلة ومصانع البويات الحافظة للرصاص .	آلام معوية ونفسية وعصبية حادة
غبار السليكا	ناجمة عن العمليات الميكانيكية لطحن الاحجار .	وشلل وبشكل امتصاص أبخرته خطيرة على الأطفال والشيوخ .
غبار القطن	يحدث بين المشتغلين بالصناعات القطنية حيث تتم عمليات الغزل .	

أهم ملوثات الهواء ومصادرها وأضرارها على صحة الانسان [79]

كما يلخص الجدول (16 - 2) بعض الامراض الناتجة عن ملوثات الهواء الاولى التي تصيب الانسان والحيوان .

جدول (16 - 2)

نوع الملوث	التأثير
1 - الجسيمات	(أ) مرض التجرير الرئوي Silicosis ويعرف أيضاً بمرض الغبار الحجري Stone dust disease . (ب) مرض Pneumoconiosis ويعرف بمرض الغبار Dust disease (ج) مرض التهاب الأسبستوزي Asbestosis
2 - غاز أول أكسيد الكربون	نقص في قدرة الهيموجلوبين على نقل الأكسجين إلى أجزاء الجسم حيث يتحد غاز أول أكسيد الكربون مع الهيموجلوبين مكوناً كربوكسي الهيموجلوبين الذي لا يستطيع حمل الأكسجين ، مما ينتج عنه آثار جانبية متعددة في الجسم تشمل الضعف العام وارتخاء العضلات ، وسرعة التنفس وغيرها ، كما يتحد غاز أول أكسيد الكربون مع الحديد اللازم لبعض الانزيمات التنفسية ، مما يؤدي إلى إحباط عملها أو تقليل فعاليتها .
3 - غاز ثاني أكسيد الكبريت	يسبب تهيج للبطانة المخاطية في الجهاز التنفسي ، مما يؤدي إلى سعال شديد وضيق في التنفس ، كما يعطل غاز ثاني أكسيد الكبريت عمل الأهداب الدقيقة المبطنة لجرى الجهاز التنفسي ويسبب التهاب بالقصببات والشعبات الهوائية .
4 - غاز أول أكسيد النيتروجين	يتحد مع الهيموجلوبين مكوناً الميتايجلوبين Methaemoglobin مما يسبب نقص في وصول الأكسجين إلى أنسجة الجسم ، وعند التركيز العالي لهذا الغاز فإنه يسبب شلل ميمت ، وكما أن التعرض لتركيزات منخفضة من هذا الغاز يسبب ما يعرف بظاهرة الطفل الأزرق Blue Baby بسبب تكون الميتايجلوبين .
5 - غاز ثاني أكسيد النيتروجين	يسبب تهيج في البطانة المخاطية للجهاز التنفسي بسبب راحته الخمرسة والمسببة لحساسية معينة وعند التركيز العالي يسبب مرض التبريل Oedema.
6 - غاز الأوزون	يسبب الأوزون تهيج البطانة المخاطية للعيون والجهاز التنفسي . وعند التركيز العالي فإنه يسبب احتراق رئوي و التهاب في الشعبات الهوائية ومرض التبريل ومرض انتفاخ الرئة Emphysema

بعض الأمراض الناتجة عن ملوثات الهواء الأولية
التي تصيب الإنسان والحيوان [14]

تابع جدول (16 - 2)

نوع الملوث	التأثير
7 - الزئبق	يهاجم الزئبق أنسجة الجهاز العصبي المركزي ويسبب آثاراً نفسية وعصبية ، كذلك يسبب تلوث الهواء ببخار وجسيمات الزئبق اضطرابات في الجهاز التنفسي والتهابات متنوعة وتشنج العضلات .
8 - الرصاص	ينتج عن تلوث الهواء بجسيمات الرصاص ومركباته فقر الدم وشلل الاطراف وتلف أنسجة الدماغ .
9 - النيكل	يسبب النيكل التقيؤ والصداع وسرعة التنفس كتأثير مباشر ، كما ينتج عن تلوث الهواء بجسيمات ومركبات النيكل تحرق بالجلد ، وقد يسبب ايضاً كل من سرطان الرئة وسرطان الجيوب الأنفية .
10 - الزرنيخ	يسبب تلوث الهواء بالزرنيخ كل من سرطان الجلد وسرطان الكبد وسرطان الرئة ، كما قد يؤدي تلوث الهواء بالزرنيخ الى تشوهات خلقية.
11- الكاديوم	يسبب تلوث الهواء بالكاديوم مرض ويلسون Wilson's disease ، كما يؤدي الى تلف الرئة والكلية .
12 - البريليوم	يسبب تقرح الجلد وتهيج بطانة الجهاز التنفسي ، كما يسبب ايضاً مرض التهاب البريليوم Breylliosis كما قد ينتج عن تلوث الهواء بجسيمات البريليوم ومركباته سرطان نخاع العظم .

الجسيمات السائلة

Liquid Particulates

وتشتمل هذه الملوثات على جسيمات الرذاذ Mist التي تتكون من سائل معلق في الهواء ، وجسيمات الايروسولات Aerosols التي تكون في الحالة الصلبة او السائلة ، ولا تمتلك خاصية التراكم مثل جسيمات الضباب Fog المرئية .

وخلاصة القول ، ان الجسيمات بمختلف انواعها الصلبة والسائلة تسبب العديد من المخاطر على الانسان والحيوان والنبات ، حيث أثبتت إحدى الدراسات الأمريكية ان هناك علاقة بين ارتفاع مستوى التلوث البيئي وازدياد حالات الوفاة ، وان معظم

حالات التلوث ناتجة عن دخان المصانع وغبار الأتربة وجسيمات ناتجة عن عمل محطات الطاقة ، وأن هذه الدراسة التي أجريت على 522138 شخصاً من مختلف الولايات المتحدة الذين يعيشون في مناطق تشهد نسبة تلوث بيئي عالية يموتون قبل غيرهم بمدة لا تقل عن سنتين ، وإن سكان هذه المناطق أكثر عرضة للوفاة المبكرة مقارنة مع غيرهم من الأشخاص الذين يقطنون المناطق التي لا تعاني من تلوث بيئي مرتفع ، وأن الجسيمات الغبار أضراراً بالغة على صحة الإنسان ، حيث تسبب الكثير من أمراض الربو والحساسية والتحجر الرئوي ، كما يترسب بعضها على الجلد مسبباً أكزيما الجلد ، والغبار العالق يشمل الجسيمات التي تبقى عالقة في الهواء وتسقط بفعل الجاذبية الأرضية بمعدل بطيء .

وهناك طرق لقياس تلوث الهواء بالمعادن الثقيلة والجسيمات ، فمثلاً يمكن قياس تلوث الهواء بالخصائص ومركباته باستخدام جهاز الطيف للامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrophotometry وطريقة* التفلور بأشعة اكس x - Ray Fluoresence او باستخدام طرق الكروماتوغرافيا المختلفة Chromatography Methods . كما يمكن قياس تلوث الهواء بالجسيمات بطريقة الترسيب Sedimentation والترشيح Filtration والتجزئة الحجمية Size Fractionation [15,147,148,171] .

ويمكن أيضاً استخدام أوراق النباتات الراقية كوسيلة لدراسة تلوث الغبار بالعناصر الثقيلة حيث تتعرض النباتات لترسيب الجسيمات العالقة عليها من الهواء ، وقد تكون هذه الجسيمات مكونة من مواد فعالة مثل دقائق الغبار القلوية المحتوية على دقائق الحجر الجيري او جسيمات الاسمنت ، كما قد تحتوي الجسيمات التي يمكن ان تترسب على النباتات التي تمتلك أوراق ذات سطوح كبيرة ، فيتجمع عليها دقائق الغبار المحملة بالدقائق المعدنية المختلفة مثل النحاس والزنك والنيكل والخاصين ، لذلك يمكن ان تصلح النباتات كوسائل كاشفة للتلوث .

وللإقلال من الانبعاثات الناتجة عن الجسيمات تستخدم أجهزة تحكم تنتزع الجسيمات قبل إطلاقها الى الجو ، بالإضافة الى تغيير مواصفات المصدر بحيث

* تلخيص طريقة التفلور بأشعة اكس : حيث تجمع أوراق النباتات في المناطق الملوثة ثم تغسل بمحلول (Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid (EDTA) ثم تنظف بلماء خالي الأيونات (Deionized Water) او تغسل بالكلوروفورم وطريقة التذويب السعوي Ultrasonic Vibration عند التحليل بطريقة تفلور أشعة اكس .

تتكون كميات اقل من الجسيمات مثل تغيير الوقود من الفحم الى الغاز الطبيعي والتخلص من الحرق في الهواء الطلق في مراكز جمع القمامة والاستعاضة عن ذلك بطمرها بصورة صحية او إعادة استعمالها [13,64] .

5 - 2 تلوث الهواء بالنفايات الصلبة

♣ إن مشكلة النفايات المتمثلة بالمخلفات الصناعية مثل صناعة الألمنيوم وطلاء المعادن ومصانع النسيج ومخلفات الإطارات المطاطية والبلاستيكية والورقية ، ومخلفات المختبرات العلمية ومراكز البحث والمستشفيات وغيرها أصبحت خطراً يهدد البيئة العالمية..

وعلى سبيل المثال فقد طرح سكان الولايات المتحدة الامريكية ما يعادل 380 مليون طن من المخلفات في عام 1980، ونتج عن الصناعة وحدها في عام 1965 بما يقدر بحوالي 1.1 بليون طن في شكل مخلفات المناجم وفضلات غسيل المصانع ، بالإضافة الى المخلفات الصخرية حيث كانت تنتج الولايات المتحدة الامريكية ما يعادل 5.6 بليون طن في منتصف الستينات ، وكان أكثر من نصفها دون استخدام ، وهذا بدوره ينعكس على تلوث الهواء ويعمل ايضاً على تلوث المياه الجوفية بعد ان يتسرب قسم منها الى التربة ، ويحتاج امر التخلص من هذه النفايات الى 55 مليون وعاء متوسط الحجم و 16 مليون قنينة و 65 مليون وعاء معدني وبلاستيكي ، وأدوات تعبئة تعتبر في حد ذاتها نفايات صلبة [13,20] .

♣ كما ان مخلفات البلدية تشتمل على مواد معقدة التركيب غير متجانسة من الناحية الفيزيائية او الكيميائية تعتبر مشكلة بيئية حيث ينبعث من المحارق المستعملة أدخنة الغازات الناتجة عن حرق البلاستيك مما يؤدي الى تلوث الهواء .

ولقد بلغ حجم النفايات في روسيا رقماً خطيراً حيث تضيف روسيا سنوياً سبعة بلايين طن من النفايات الصلبة الى جبل النفايات الذي يحتوي على ما يقارب 80 بليون طن في العالم ، من بينها 122 مليون طن مصنفة على انها سامة و 180000 طن نفايات خطيرة جداً [125] .

♣ وترتفع في معظم الدول النامية والمتخلفة جبال القمامة وبقايا النباتات ، وكثيراً ما يجري رميها او تركها عرضة للتفاعل الكيميائي مع أشعة الشمس والرطوبة ، والى جانب ذلك ، هنالك ملايين الاطنان من الفضلات المنزلية التي تتحول الى مصدر

لتكاثر الحشرات المؤذية للإنسان والطبيعة / ومن المعلوم ان العالم الثالث ينتج سنوياً أكثر من 550 مليون طن من المخلفات الحيوانية والنباتية ، وهذه الكمية قادرة على انتاج ما يكفيها من الطاقة والاسمدة ، والمهم هو ان تستخدم الطرق العلمية لذلك ، لان هذا من شأنه توفير ملايين الدولارات ، ولعل المهم في موضوع هذه النفايات من فضلات الحيوانات والنباتات أنه يمكن تحويلها الى غاز مولد للطاقة عن طريق التخمر ، وما يتبقى يعتبر سماداً نيتروجينياً مهماً جداً لمضاعفة الانتاج الزراعي في العالم .

وجدير بالاشارة هنا ، الى ان هواء وتربة ومياه شرق ووسط اوربا قد وصلت الى مستويات خطيرة جداً مقارنة مع دول العالم طبقاً لما جاء في المؤتمر البيئي الذي عقد في بودابست عام 1992 الذي أشار الى أن معالجة مشكلة التلوث تتطلب 300 بليون دولار من اجل تنظيف ما تخلف من أربعين عاماً من التصنيع وتضخم المدن والاهمال الشنيع للموارد الطبيعية ، ويتعين على هذه الدول ان تطبق بالتدريج معايير بيئية أشد صرامة ، وأن تشجع المستثمرين الاجانب على المساعدة في حل المشكلة فضلاً عن استخدام التكنولوجيا الرخيصة .

إن التخلص من النفايات له مشكلاته الخاصة ، إذا لم تجمع بطريقة سليمة ، وتطمر باشراف متخصصين وتحت القدر الكافي من الاتربة المحكمة ، فان مكبات القمامة تصبح مأوى للقوارض والحشرات وتزيد من دائرة الرائحة الكريهة غير المستساغة [13] .

/ ولقد اتبعت الكثير من الدول أساليب عملية تتعلق بالنفايات الصلبة وكيفية معالجتها وطرق تصريفها بحيث تجمع وتخزن في حاويات خاصة حتى تصل الى المكب الصحي في شاحنات خاصة ذات مكبس الى ان تدخل مرحلة معالجة القمامة حيث يتم فرز المواد الصلبة في محطات فرز خاصة الى مكوناتها الاصلية ، وبالتالي اعادة استعمالها مرة اخرى لينتج منها النحاس والحديد والزجاج والاقمشة والاوراق والمواد العضوية والاسمدة .

ان عملية الطمر الصحي تعتبر من العمليات والطرق المتبعة لمعالجة النفايات الصلبة حيث تدفن المواد الصلبة في حفر طبيعية او صناعية ، وعند تمام ردم الحفرة تكون الحفرة صحية تماماً ، ويجب مراعاة اختيار المكان المناسب لها ، مع التنبيه الى تفادي تلوث المياه الجوفية وضرورة الاشراف عليها [11,13,70] .

وبين الجدول (17 - 2) الغازات الناتجة عن أماكن الطمر الصحي للنفايات المنزلية حيث تختلف كمية الغازات الناتجة حسب نوعية وكمية النفايات الصلبة ، ويتبع الطن الواحد من النفايات الصلبة المنزلية ما يعادل 130متراً مكعباً من الغازات [85] .

جدول (17 - 2)

الغازات	التركيز %	الصفات العامة
الميثان	(60 - 40) %	مشتعل ، اخف من الهواء .
غاز ثاني اكسيد الكربون	(30 - 20) %	خائق ، اثقل من الهواء .
اول اكسيد الكربون	تركيزات بسيطة جداً .	سام
النيتروجين	(25 - 15) %	
الهيدروجين	تركيزات بسيطة جداً .	
الامونيا	تركيزات بسيطة جداً .	روائح كريهة .
كبريتيد الهيدروجين	تركيزات بسيطة جداً .	روائح وسام .
الأكسجين	حتى 2 %	
بخار الماء	يختلف حسب درجة الحرارة .	
اخرى	تركيزات بسيطة جداً .	روائح

تكوين الغازات الناتجة عن أماكن الطمر الصحي للنفايات المنزلية [85]
وأورد هنا أهم الطرق المختلفة لمعالجة النفايات المنزلية في بعض دول العالم كما يلخصها الجدول رقم (18 - 2) .

جدول (18 - 2)

الدولة	الاكثر استعمال %	طرق اخرى
الولايات المتحدة الامريكية	طمر صحي (95) %	محطات الحرق
المملكة المتحدة	طمر صحي (89) %	محطات الحرق
استراليا	طمر صحي (71 - 60) %	محطات الحرق
بلجيكا	طمر صحي (71 - 60) %	محطات الحرق
فرنسا	طمر صحي (71 - 60) %	محطات الحرق

تابع جدول (18 - 2)

الدولة	الاکثر استعمال %	طرق اخرى
هولندا	طمر صحي (60 - 71) %	محطات الحرق
السويد	طمر صحي (60 - 71) %	محطات الحرق
المانيا الغربية	طمر صحي (60 - 71) %	محطات الحرق
دانمارك	محطات الحروق (66) %	طمر صحي
سويسرا	محطات الحروق (70) %	طمر صحي
اليابان	طمر صحي (52) %	محطات الحرق
الاردن	القاء النفايات مكشوفة	طمر صحي

الطرق المختلفة لمعالجة النفايات المنزلية في بعض الدول [70]*

كما تعتبر مسألة معالجة النفايات من أهم المواضيع البيئية الاقتصادية التي تم إثارتها في المؤتمرات والندوات العالمية ، خاصة فيما يتعلق بسلامة البيئة والمحافظة عليها والبحث عن الوسائل الكفيلة بحمايتها من التلوث ، وقد اخذ هذا الموضوع اهتمام الدول الصناعية منذ سنوات حيث لجأت الدول الى سن القوانين والتشريعات الكفيلة بالحفاظ على البيئة ، واتخاذ الاجراءات الرادعة بحق كل من يتسبب لها بالضرر ، ولجأت الدول الى وضع الاسس والاجراءات المناسبة للتخلص من هذه النفايات بإعادة تصنيعها واستعمالها من جديد .

وفي مصر مثلاً ، فان من الممكن تشغيل 100 مصنع للورق ، و 30 مصنع للحديد و 80 مصنع للزجاج و 60 مصنع للبلاستيك إذا تم إعادة تدوير النفايات والاستفادة منها [13,20] .

وتم في بريطانيا اختراع نوع من البلاستيك يتلاشى من نفسه في حالة تعرضه لاشعة الشمس مدة سنة ، ويكمن الاختراع في إضافة مادة كيميائية الى جميع انواع البلاستيك التي تصنع منها العلب والقوارير ، كما تمكنت الابحاث من اختراع البلاستيك القابل للتحلل بالماء .

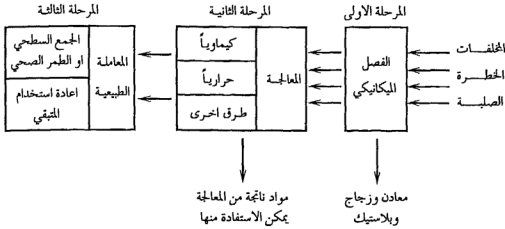
* [70] المصدر : مصادر متعددة ، د. علي الكرمي مركز بحوث البيئة (1990) الجمعية العلمية الملكية .

وعملت اليابان في مدينة اوزاكا على إقامة محرقة للقمامة ذات مقاييس مضبوطة من ناحية تلوث الهواء ، ويستفاد من الحرارة الناتجة عن الفضلات لتوليد الطاقة ، كما قام المهندسون في السويد بايجاد طريقة لجمع النفايات المنزلية بطريقة الامتصاص بواسطة الفراغ ، وأساس هذه الطريقة ان تلقى القمامة في الفتحة المخصصة لها في البيوت حيث يجري امتصاصها في شبكة قساطل حتى المستودع المركزي ، ومن ثم تضغط في أوعية وتنقل الى أفران الحرق ، فينتج عنها الغازات والزيوت .

وتوصل أحد المختبرات في الولايات المتحدة الامريكية الى انتاج الغاز الحيوي (Biogas) من بقايا المخلفات ومن القمامة المتعفنة حيث تنشط البكتيريا عند توفر الغذاء (الكربون) في النفايات ، وقد توصل عدد من العلماء الى تخمير المخلفات العضوية من خلال وضعها في خزانات ضخمة تحت الارض في ظروف خاصة ، وتحت درجة حرارة تتراوح ما بين (38 - 42) درجة مئوية ، وفي ظل هذه الاجواء ، فان البكتيريا تنشط بقوة عندما تكون بمعزل عن الهواء ، وتحلل المواد العضوية السليولوزية الى احماض تولّد غاز الميثان (CH_4) ثم الغاز الحيوي وهو ذو طاقة عالية.

ورغم ان كثيراً من الدول المتقدمة قطعت شوطاً في مجال إعادة تدوير النفايات الصلبة من اجل حماية البيئة من التلوث ، ومن اجل إعطائها بُعداً اقتصادياً إلا ان ما تمّ جمعه من المخلفات لا يشكل سوى 50 % ويظل الباقي في الشوارع ، بالاضافة الى ضرورة التعامل بأسلوب خاص مع المخلفات الطبية ومخلفات المراكز العلمية والمواد العضوية الضارة ، ومستخلصات الزيوت المعدنية والمواد غير العضوية التي تعتبر مخلفات خطيرة تهدّد الانسان والبيئة . ويبين الشكل رقم (6) مخططاً للمعالجة المتكاملة للمخلفات الصلبة الخطرة [70] .

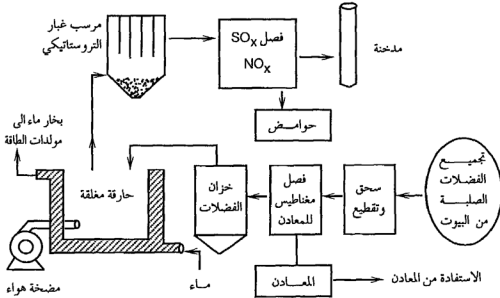
شكل رقم (6)



طرق المعالجة المتكاملة للمخلفات الصلبة الخطرة [70]

كما يبين الشكل رقم (7) مخططاً لاحدى الطرق المتبعة للتخلص من الفضلات الصلبة وهي طريقة حرق الفضلات واستغلال الطاقة الحرارية الناتجة مع السيطرة على ملوثات الهواء .

شكل رقم (7)



احدى طرق حرق الفضلات الصلبة واستغلال الطاقة الناتجة مع السيطرة على ملوثات الهواء [44]

وبالنسبة لواقع مشكلة النفايات الصلبة في الأردن ، فان الاحصائيات والارقام تشير الى ان نسبتها عالية مقارنة مع غيرها من الدول كما يبين الجدول (19 - 2)

جدول (19 - 2)

النسبة المئوية المثوية بالوزن %				
نوع النفايات	الأردن	الدول الاسيوية	المملكة المتحدة	الولايات المتحدة
عضوية	50 - 68	75	30.6	20
ورق	5 - 10	2.0	31.2	43
معادن	3 - 6	0.1	5.3	7.0
زجاج	2 - 5	0.2	3.8	9.0
بلاستيك	4 - 6	0.1	5.2	5.0

المصدر : مصادر متعددة ، د. علي الكرمي الجمعية العلمية الملكية / مركز بحوث البيئة [70]

النسبة المثوية لمكونات النفايات الصلبة في الأردن خلال الفترة (1986 - 1987)

واصبحت الكثير من المدن الكبيرة مثل مدينة عمّان العاصمة منطقة حضرية يسكنها أكثر من مليون نسمة ، إضافة الى وجود مدن قريية منها ، وهي مدن الزرقاء وصوبلح ومادبا بحيث تشكل هذه المجموعة منطقة يمكن الاستفادة من ناتج نفاياتها ، لا أن تكون تلك النفايات عبئاً كبيراً على بيئتها واقتصادها [118] .

ويبين الجدول رقم (20 - 2) حجم النفايات الصلبة في المدن الرئيسة في الأردن خلال الفترة (1986 - 1987) .

جدول (20 - 2)

المدينة	حجم النفايات السنوية (م ^٣)	الحجم السنوي لكل شخص (م ^٣)
عمان	640500	0.8
الزرقاء	309885	1.1
اربد	64250	0.4
السلط	44530	1.0
العقبة	15330	0.4

تابع جدول (20 - 2)

المدينة	حجم النفايات السنوية (م ^٣)	الحجم السنوي لكل شخص (م ^٣)
المفرق	35040	1.3
الطفيلة	4490	0.3
الكرك	8030	0.5
معان	27375	1.9
جرش	9672	0.8

المصدر : د. سامح غرايبة - جامعة اليرموك - ورقة عمل - 1987 [70]

حجم النفايات الصلبة في المدن الرئيسة في الاردن (1986 - 1987)

واذكر هنا أن المخلفات الصناعية التي تتركها المصانع في الاردن والموزعة على مختلف مناطق المملكة تترك تأثيراً خطيراً على الانسان والبيئة ، لذلك فهناك سلسلة من الاجراءات اتخذت في المملكة لجمع هذه المخلفات ومعالجتها يمكن تلخيصها في الجدول رقم (21 - 2)

جدول (2- 21)

الاجراءات المتخذة	الملاحظات	التوزيع حسب الملاحظات				عدد المؤسسات	القطاع الصناعي
		الكرات	مسان	البقاء	أريد الفرق والزائد		
تتمثل وحدات معالجة مياه وكلاء ، اما المياه القسمة بها جميع في الكس بلاستيكية ترسل للمحرقه والقسم الآخر يتمثل بمرة واحدة .	مخلفات كيميائية غازية وسائلة ورسالة .	1	2	2	5	3	13
استعمال وحدات معالجة مياه ، اما المخلفات الورقية قسم منها يتم تصفيته والقسم الآخر يرسل للمحرق مع المخلفات البلاستيكية .	مخلفات زرقية بلاستيكية .	-	-	2	8	33	43
معلم المخلفات الكيميائية تخرج بالغازي المدمر ، اما الورقية والبلاستيكية جميع وترسل للمحرق .	مخلفات كيميائية زرقية وبلاستيكية .	7	6	10	34	193	260
استعمال محطات معالجة مياه للمخلفات الكيميائية ، اما المواد الاخرى جميع وترسل للمحرق .	مخلفات كيميائية وعضوية مختلفة ورواد حمضية وقليل ورقية بلاستيكية وزجاجية .	3	2	9	34	121	169
تتمثل رحلت معالجة مياه للمخلفات السائلة اما الصلبة جميع وترسل للمحرقه علماً بأن وحدات المعالجة غير متداولة لجميع الصناع .	مخلفات البلاستيكية زرق وكيميائية ورسالة كرساد كيميائية اخرى صلبة ورسالة .	-	1	9	21	98	129
تتمثل بامر عامرة لأغذية القوي صناعية والاسترة وكثافة غير كافية .	أغذية رطبة وقومطانية واسترة .	7	11	12	22	109	161
جميع الكاسر البلاستيكية وترسل للمحرق مع استعمال محطات معالجة مياه السوائل المستعملة في التصنيع .	مخلفات غذائية ورواد حمضية وقليل صلبة معدنية زرقية وبلاستيكية .	28	26	39	176	660	929

المخلفات الصناعية في الاردن والاجراءات المتخذة لمعالجتها [9] .

ولقد عانى المواطنون في الاردن كثيراً من مكاب النفايات ، وذلك لسوء اختيار مواقعها حيث كانت هذه المكاب قريبة من الأماكن السكنية والزراعية او لسوء استعمالها ، ولم تتبع أساليب الطمر الصحي للنفايات حسب المواصفات العالمية او الخلط بين النفايات الصلبة والسائلة في تلك المكاب ، مما أدى الى تلوث الهواء والماء ، وكان لها أثر سلبي على صحة المواطنين الى ان تنهت وزارة البلديات والبيئة الاردنية حيث أعادت النظر في مواصفات ومواقع مكاب النفايات حيث تم استخدام 24 موقعاً تستخدم كمكاب للنفايات في مختلف مناطق المملكة ، ويتم التخلص من هذه النفايات بطريقة الطمر الصحي ، كما روعي في اختيار مواقعها بعدها عن مصادر المياه الجوفية والسطحية والأماكن السكنية والزراعية .

كما أن هناك محاولات في الاردن نحو إعادة تدوير النفايات الصلبة والمتمثلة بالمواد المعدنية والبلاستيكية والزجاجية والورقية ، مما يوفر كميات من المواد الخام لكثير من الصناعات ، ناهيك عن توفير الطاقة وحفظ البيئة ونمو الاقتصاد ، وتعتبر الاستفادة من النفايات وإعادة تدويرها من الطرق المتبعة في الدول المتقدمة إدراكاً من هذه الدول للفائدة في التخلص من النفايات الصلبة والحفاظ على البيئة سليمة نظيفة، وفي هذا الاتجاه سعت أمانة عمان الكبرى الى دراسة إنشاء مصنع يهدف الى إعادة تدوير هذه النفايات الصلبة في مناطق عمان قدرت بحوالي 700 طن يومياً في عام 1986 ، منها 520 طن مخلفات منزلية و 170 طن مخلفات صناعية وتجارية و 10 طن كيناسه شوارع مكونة الاتربة الناتجة عن تآكل الطرق او هبوب الرياح ومخلفات حيوانية وورق الشجر وبعض مخلفات المحلات العامة .

ولقد بلغ انتاج الفرد في الاردن عام 1986 حوالي 0.844 كيلو غرام في اليوم الواحد ، منها 0.4 كيلو غرام نفايات منزلية والباقي نفايات تجارية وصناعية وزراعية ، كما بدأت بعض الصناعات في الاردن بالتركيز على إعادة استخدام المخلفات مثل الورق والكرتون والزجاج حيث يعاد استخدام حوالي 800 طن من الورق سنوياً .

كما ان مراكز البحوث العلمية في الاردن اولت موضوع إعادة تدوير النفايات اهتماماً واضحاً ، فمثلاً قامت الجمعية العلمية الملكية بدور كبير في هذا المجال باعداد الدراسات والابحاث عن التلوث في الاردن ، والوسائل الكفيلة بحماية البيئة ، وقد تمكن فريق من الباحثين في الجمعية الملكية من تصنيع أغشية بلاستيكية عن طريق إعادة تدوير المخلفات البلاستيكية ، وهذا الانجاز جيد في مجال معالجة

النفايات البلاستيكية ويسهم في دعم الاقتصاد الوطني ، بالإضافة الى مساهمته في الحد من التلوث وخطره على الانسان والبيئة .

وفي مجال النفايات الخطرة التي تتخلف عن الصناعات المحلية ، فيتم إتباع طرق المعالجة المتكاملة التي أشرت اليها من خلال الشكل رقم (6) ، بالإضافة الى اتباع الاجراءات المناسبة التي لخصها الجدول (2 - 21) فيما سبق .

وأذكر هنا من خلال الجدول (2 - 22) أهم الصناعات في الاردن ومخلفاتها الخطرة الناتجة عن هذه الصناعات .

جدول (2 - 22)

اسم الصناعة	المخلفات الخطرة
1 - صناعات الألمنيوم	مخلفات صلبة تحوي السيانيد
2 - الصناعات الكيماوية	الزئبق
3 - الدباغة	كروم واصبغ
4 - الصوف الصخري	جزيرات دقيقة من الصوف الصخري
5 - الاصبغ والكيماويات والدهانات	حاويات الاصبغ والكيماويات وبعض العناصر الثقيلة
6 - مصانع الادوية والمستحضرات الطبية	مخلفات الادوية التالفة ، حافظات الادوية للدوائية
7 - مصانع النسيج	نفايات سائلة تحوي اصباغ
8 - المختبرات العلمية ومراكز البحث	مخلفات لدائية ، مواد مشعة
9 - المستشفيات ومستودعات الادوية	مخلفات ادوية ، وكيماويات مختلفة
10 - طلاء المعادن	مخلفات معدنية والسيانيد وعناصر ثقيلة مثل الكروم
11 - مصانع مستحضرات التجميل	عبوات مستحضرات التجميل ، مشتقات بترولية صلبة (بارفينية)
12 - مصانع الادوية البيطرية	مخلفات صناعة الادوية البيطرية من مواد كيماوية مختلفة

المصدر : د. ناجح عقيل ، الجمعية العلمية الملكية 1990

اهم الصناعات في الاردن ومخلفاتها الخطرة الناتجة عنها [70]

6 - 2 تلوث الهواء بالكيماويات

نحن نعيش في بيئة كيميائية Chemical Environment ، فالهواء الذي نستنشق والغذاء الذي نأكل والتربة التي تنمو فيها النباتات كلها تتربك من مواد كيميائية سواء أكانت طبيعية ام صناعية ، حيث تؤثر في عمليات الحياة ، ومنها ما هو ضروري للحياة مثل الفيتامينات Vitamines ، ومنها ما هو غير ضار وليس ضرورياً مثل السليلوز والجرانيت ، ومنها ما له تأثير غير مرغوب به في بعض أشكال الحياة وهي سامة مثل الزئبق والرصاص [34,35,131] .

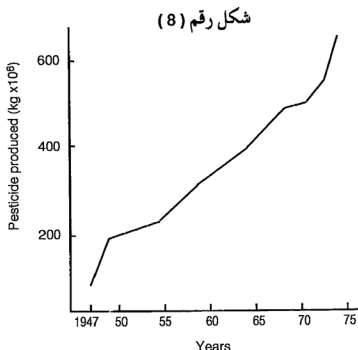
ولقد اسهمت الصناعات الكيميائية بشكل واسع في افرازات التلوث مما دعا البعض الى تسمية هذا النوع من الصناعات بالثورة الكيميائية التي شهدتها المجتمعات من خلال تصنيع آلاف المركبات الكيميائية المختلفة ، وان هناك ما يزيد على 30000 مادة كيميائية على نطاق تجاري ، بالإضافة الى ما يزيد عن مليون مادة من المركبات الكيميائية على شكل املاح او محاليل او غير ذلك ، ويخرج عن افرازات التلوث بالكيماويات أكاسيد الغازات المختلفة والامونيا (NH₃) وفلوريد الهيدروجين (HF) والالدهيدات (RCHO) والكيتونات (RCOR) والفينولات (C₆H₅OH) والجلسرين (C₄H₈O₃) الناتج عن عمليات الطلاء وكبريتيد الهيدروجين (H₂S) والاحماض العضوية (RCOOH) والالكانات (C_nH_{2n+2}) والالكينات C_nH_{2n} ، بالإضافة الى العناصر الثقيلة Heavy Metals والاسمدة الكيماوية والمنظفات Detergents والمبيدات الحشرية Pesticides [34,35,131,146,156] .

كما اسهمت هذه المواد في التدهور البيئي ، فقد ثبت ان بعض هذه المركبات مسؤول عن الاصابة بالعديد من انواع السرطان ، وأدت كذلك الى حدوث تغييرات وتحولات فيزيائية على هذه المواد ، وتتفاوت هذه التحولات في درجة تأثيرها السام ، ومن الممكن ان تكون مادة كيميائية غير ضارة نسبياً ان تصبح ناتجاً ساماً في البيئة ، ويمكن ان تدخل في حلقة الغذاء وتتراكم في الاعضاء الحية ، وقد يؤدي ذلك الى إحداث تغييرات وراثية بالبروتوبلازم ، وتصبح مزمنة نتيجة تفاعلات كيميائية فيها حيث دلت الدراسات على حدوث انحرافات وظيفية كبيرة في الخلايا والانسجة التي تتركز بها المواد الكيميائية نتيجة التعرض الطويل المدى لمواد سامة مثل الاصابة بالسرطان Cancer أو التشوهات الخلقية في الأجنة Tetratogenes .

وللمعادن الثقيلة مثل الرصاص والزئبق وغيرهما تأثير سمي كبير حيث تتحد هذه العناصر مع المركبات العضوية لتكوّن مركبات معدنية عضوية شديدة التسمم مثل ملح فلور الزئبق .

وبسبب التزايد السكاني في العالم ، فقد ترتّب على ذلك زيادة الاستهلاك الغذائي وخصوصاً في الدول المتقدمة ، فمثلاً يستهلك كل فرد في الولايات المتحدة الامريكية من الموارد عدة مرات ما يستهلكه أي شخص في دولة اخرى ، وأن الزيادة في النمو السكاني تتطلب زيادة سريعة مماثلة في الانتاج الغذائي وزيادة غلة الاراضي المزروعة ، حيث اصبحت زيادة الانتاج هي العامل الوحيد لسد الحاجة المتزايدة للغذاء ، فالزراعة الحديثة أدخلت علم وراثه النبات ، ويعتمد هذا التقدم على المكننة والري واستعمال المبيدات الحشرية والاسمدة الكيماوية ، الا ان تحقيق زيادة الانتاج بسبب استعمال هذه الوسائل سبّب في الوقت نفسه اضطراباً وخطراً في توازن الدورات الطبيعية للكائنات الحيه ، بالإضافة الى الاضرار العام بالبيئة وتهديد النظام البيئي .

ويبين الشكل رقم (8) الكمية التقديرية لمنتجات الولايات المتحدة الامريكية من المبيدات .



الكمية التقديرية المنتجة من مبيدات الافات في الولايات المتحدة الامريكية [44]

وتعتبر المبيدات الحشرية من أخطر الملوثات الكيميائية التي تلوث الهواء ، حيث أن هناك إنتاجاً هائلاً تنتجه الدول الصناعية من المبيدات الحشرية ، فالولايات المتحدة الأمريكية مثلاً تستخدم وحدها ما يقارب 500000 طن سنوياً .

ويأتي استخدام هذه المبيدات من أجل القضاء على الآفات الزراعية في الوقت الذي أصبحت فيه هذه المبيدات مشكلة تحتاج إلى حل ، وقد بدأت مشكلة تلوث البيئة بالمبيدات في عام 1940 عندما استخدمت مركبات الكلور العضوية التي تتصف بثباتها الكيميائي وعدم تحللها في الهواء والماء والتربة ، بالإضافة إلى قدرتها على الانتقال عبر السلسلة الغذائية إلى الإنسان والحيوان والنبات لسهولة ذوبانها في الدهون [4,141,148,194] .

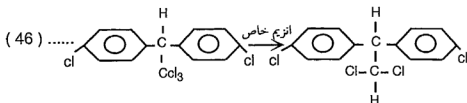
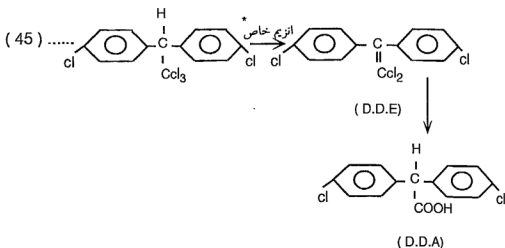
إن التأثيرات السيئة على البيئة التي سببتها المواد الكيميائية المصنعة التي تستعمل في مكافحة الحشرات والآفات الزراعية والمركبات الصناعية مثل ثنائي الفينيل متعدد الكلور Poly Chlorinated Bi-phenyls (PCBS) أثرت على الجينات الوراثية مما أدى إلى انقراض بعض أشكال الحياة ، كما أن خطورة المبيدات تكمن في عدم قابليتها للتحلل وتمتلك فاعلية كبيرة ضد مجموعة كبيرة من الكائنات الحية وهاتان الخاصيتان مسؤولتان حالياً عن معظم ما يحدث للنظام البيئي من تدهور وتمزق بسبب استعمال المبيدات .

ومن الامثلة على المبيدات الخطيرة مادة Dichloro Diphenyl Trichloro Ethane التي تختصر بـ D.D.T. حيث أن الاستخدامات عالية المستوى من المبيدات الحشرية قد تؤدي إلى الوفاة وأن 46 مليغراماً من مادة D.D.T. لكل كيلو غرام من وزن جسم الإنسان يمكن أن تسبب زيادة في حدوث الاورام في الكبد والبرتنين والاعضاء اللمفاوية في الجسم [64] ، ونتيجة لهذه المخاطر التي يتركها هذا المركب فقد أصبح محرماً دولياً .

ومن الممكن ان يتحلل مركب D.D.T. الى مركبين آخرين أقل نشاطاً منه وهما (D.D.D.)* و (D.D.E.)** ، ولأحظ عدد من الباحثين في إيطاليا ان ذباب البيوت الاعتيادي وانواع اخرى من الذباب لديها مناعة خاصة ضد مادة D.D.T. [44,64] .

* (D.D.D.) = bis [4-chlorobenzene] - (2,2 dichloro ethylidene) - 1,1'

** (D.D.E.) = bis [4 - chlorobenzene] - (2,2 dichloro ethenylidene) - 1,1'



(D.D.T.) (اقل فعالية من D.D.D)

أن الجهل بالتعليمات والارشادات الدقيقة لاستعمال المبيدات الحشرية يشكل خطراً على الانسان والبيئة، حيث ان طرق الرش Spryng التي يكون فيها المبيد الحشري مذاباً في الماء ، وطريقة التبخير Fumigation في حالة المبيدات الغازية التي تتبخر بسرعة عند درجة الحرارة العادية فيتصاعد غاز سيانيد الهيدروجين (HCN) السام الذي يمتص عن طريق الرئتين ويصل بسهولة الى الدم ويعمل على تعطيل عمل كريات الدم الحمراء في الجسم ، وطريقة التعفير Dusting التي يسحق فيها المبيد على شكل حبيبات صغيرة جداً ، وقد يضاف الى المبيد الحشري مساحيق من مواد غير فعالة لحمله وضمان انتشاره في الهواء مثل الكبريت ، وطريقة التدخين Smoking حيث يحرق المبيد بعد خلطه مع مواد بطيئة الاحتراق مثل الايسوبنزوين Iso Benzoin لتصاعد دخان الاحتراق محتوياً على المبيد وينتشر للقضاء على الآفات والحشرات المعنية .

* يسمى الانزعج الخاص المسؤول عن التحولات الكيميائية بـ (D.D.T. - Dehydrochlorinase)

وان نظرة متأملة الى الطريقة التي يتم فيها رش المبيدات او غيرها من الطرق الاخرى التي ذكرت ، تسهم في تلوث الهواء مسببة المخاطر على الانسان خصوصاً اذا استعملت بطريقة مبالغ فيها ، حيث أن الرش المباشر لقتل الذباب باستعمال ضباب المبيدات او الرش بمحاليق المبيدات على هيئة رذاذ دقيق يؤدي الى تكوين مقاومة لدى الذباب تجاه انواع عديدة من المبيدات ، وفي حالة تكوين مقاومة تستعمل المبيدات القسفورية في مكافحة الذباب على أن ترش بجرعات مناسبة وتتخذ الاحتياطات اللازمة اسي أوصت بها منظمة الصحة العالمية (WHO) [26] .

وبين الجدول رقم (23 - 2) بعض انواع المبيدات الفوسفورية ونسبة معدل استعمالها والاحتياطات اللازم اتباعها .

جدول (23 - 2)

المبيد	معدل الاستعمال (%)	الجرعة جرام/ متر مربع	ملاحظات عامة
Diazinon	(1 - 2)	(0.4 - 0.8)	تجنب تلوث الطعام او ماء الشرب بأي من المبيدات المستخدمة ، ولا تعامل حشرات اللين او حشرات تخضير اكل الحيوانات من اصل نباتي الا بعد اخراج هذه المواد منها . يمكن استخدامه في أي نوع من حشرات الأكل وحشرات اللين في مزارع الحيوانات ، ولا يجب رش الطيور او مخلقاتها في مزارع الدواجن .
Dimethoate	(1 - 2.5)	(0.4 - 1.6)	مقبول في معاملة مزارع الحيوانات او الدواجن ولكن يجب إبعادها وقت المعاملة ويجب عدم استعماله في حشرات اللين.
Fenthion	(1 - 2.5)	(0.4 - 1.6)	غير مقبول استعماله في مزارع الحيوانات او الدواجن او حشرات إعداد اكل الحيوانات .
Gardona	(1 - 5)	(1 - 2)	يمكن استعماله في مزارع الحيوانات او مآوي الحيوانات الاخرى ، ولكنه غير مقبول في اماكن وجود الطيور في جميع المناطق .
Malathion	(5)	(1 - 2)	يستعمل في المزارع الحيوانية وبيوت الطيور ، وفي الاخرى يمكن استخدامه بدون إبعاد الطيور .
Naled	(1)	(0.4 - 0.8)	مقبول الاستعمال في مزارع الحيوانات (فيما عدا حشرات اللين) . وعند معدل 25% يمكن استعماله في أعشاش الفراخ دون ابعادها .

تابع جدول (23 - 2)

المبيد	معدل الاستعمال (%)	الجرعة جرام/ متر مربع	ملاحظات عامة
Ronnel	(1 - 5)	(1 - 2)	يمكن استعماله في المزارع الحيوانية بما فيها حشرات اللبن ، وفي مزارع الطيور . وغير ضروري إبعاد الطيور وقت الرش ولكن يجب تجنب رش الحيوانات مباشرة ، ولا يجب رش مخلفاتها المعرضة لها دائماً .

بعض انواع المبيدات الفسفورية ونسبة معدل استعمالها [26]

ومن هنا نخلص الى أن التلوث بالكيماويات يعتبر تدنيساً عاماً للطبيعة حيث يترك أثراً خطيرة على البيئة لا يمكن التنبؤ بها ، وذلك عن طريق انتشار هذه الملوثات في الماء والهواء والتربة بسبب الانتاج الهائل من الكيماويات في العالم حيث ينتج مركب كيميائي جديد كل ثماني ساعات وفقاً لمعلومات برنامج الامم المتحدة للبيئة (UNEP) ، وتدخل كل سنة نحو ألف مادة كيميائية جديدة في نطاق الاستعمال التجاري ، وتقدر المواد الكيماوية المتداولة في السوق بنحو 90000 مادة قيد الاستعمال ، وقد نتجت مشاكل هائلة عن الاستعمالات الكيماوية الواسعة أثناء استعمالها او التخلص من فضلاتها حيث تصل حالات التسمم الخطيرة في العالم الى ثلاثة ملايين سنوياً وحالات الوفاة الى 220000 حالة سنوياً بسبب المواد الكيماوية .

وأن هذه الاستعمالات للكيماويات تشكل أخطاراً كبيرة حيث أدى ذلك الى حدوث كوارث شهدها العالم بسبب تلوث الهواء بالكيماويات وخصوصاً المبيدات الحشرية ، فقد سجل في عام 1967 في مزارع كاليفورنيا 926 حالة من المرض تعزى الى الكيماويات الزراعية المستخدمة ومنها الهيدروكربونات الكلورة والمركبات الفوسفاتية السامة [44] .

وأن تراكم بعض مكونات الجسيمات الملوثة للهواء ادى الى هلاك 40000 طائر في مركز حديقة كوتودونانا إحدى المدن الاسبانية عام 1973 حيث تعتبر هذه الحديقة أهم مركز طبيعي لتجمع الطيور في اوروبا ، وذلك بسبب الاستخدام الخاطيء لأحد مبيدات الآفات [14] .

وحدث في مدينة بوبال الهندية عام 1984 تسرب غاز ميثيل ايسو سيانيد Methyl Iso Cyanide من مصنع شركة Union Carbide للمبيدات الحشرية ،

وقد أدى هذا الحادث الى وفاة 3500 شخص ، ونزح ما يقارب 150000 شخص من سكان المدينة ، ويعتقد أن الحادث أدى ايضاً الى تلوث الغذاء ، وربما يؤدي هذا التلوث الى إصابة 50000 شخص بفقدان البصر حيث مازالت آثاره الخطيرة حتى الآن رغم مرور أكثر من ثلاثة عشر عاماً على وقوع الحادث [11,14,125] .

وتقول التقارير الامريكية انه في عام 1988 كان معدل الوفيات في الزراعة بسبب استعمال المبيدات حوالي 48 شخصاً لكل 10000 ، اذ ان الكثير من مخاطرها يهدد صحة المزارع او الانسان ويسبب المشكلات العضوية وغيرها من الامراض مثل فقر الدم ، السرطان ، الالتهابات الرئوية ، تهيج الجلد ، واضطرابات عصبية ، كما يعاني نصف مليون شخص من دول العالم الثالث مشكلات تسمية بسبب التعامل مع المبيدات او تلوث المأكولات او شرب المواد الكيميائية بطريق الخطأ وخصوصاً الاطفال [65] * .

وبين الجدول (24 - 2) أشهر المبيدات الحشرية الملوثة للهواء وتأثيرها الخطير على صحة الانسان .

جدول (24 - 2)

نوع المبيد	الاسم التجاري	التأثير	الجرعة القاتلة (غم)
الدرين	Aldrin	سرطان ، تشوه الجنين ، تلف الجهاز العصبي .	4 - 5 غرام
B.H.C	Hexachlorocyclohexane	سرطان .	4 - 5 غرام
كلوردين	Chlordane	سرطان .	5 - 10 غرام
DBCP	1,2-Dibromo-3-Chloropropane	سرطان ، عقم عند الذكور .	6 - 9 غرام
د . د . ت . هبتاكلور	Dichlorodiphenyl - trichloroethane Heptachlor	سرطان ، تلف الجهاز العصبي . سرطان .	5 - 10 غرام
كيون	Kepone	سرطان ، تلف الجهاز العصبي .	5 - 10 غرام
براليمون	Parathion	تلف الجهاز العصبي وتشوه الجنين .	عدة نقط
براكويرت	Paraquat	تشوه الجنين ، تلف الجهاز التنفسي .	5 - 10 غرام

* أسعد سليمان - مكافحة التلوث الصناعي [65] .

تابع جدول (24 - 2)

نوع المبيد	الاسم التجاري	التأثير :	الجرعة القاتلة (غم)
نيتروفين	Nitrofen	سرطان ، عقم عند الاناث .	235 مليلتر
توكسفين	Toxaphene	سرطان .	5 - 6 غرام
2,4,5 - ت	2,4,5 - T	سرطان ، عيوب خلقية ، تقرحات جلدية .	28 غرام

بعض المبيدات الملوثة للهواء وتأثيرها على الانسان [14]

ويستعمل الاردن كميات كبيرة من المبيدات المستخدمة في مجال الزراعة ، مما يستدعي اتخاذ الاجراءات المناسبة لكيفية التعامل معها من قبل المزارعين ، بحيث تشير احدى الدراسات التي اجرتها وزارة الصحة الى ان المبيدات الكيمائية كانت المسؤولة عن حالات التسمم بين عامي (1983 - 1985) ، وكانت مبيدات الفسفور العضوية هي المركبات المسؤولة عن التسمم حيث بلغت حالات الوفاة (329) حالة ، وأن معدلات الوفاة الناتجة عن التسمم بالمبيدات الزراعية بلغت (17.35) حالة لكل مليون مواطن ، وهي معدلات مرتفعة مقارنة بالمعدلات العالمية ، والسبب في ذلك يعود الى الاستخدام الخاطيء من قبل عمال غير مدربين وتخزين غير آمن للمبيدات وتلويث الطعام مع وجود متبقيات غير آمنة في المحاصيل [9] .

وبين الجدول (25 - 2) أنواع المبيدات وكمياتها التي دخلت الاردن عام

1979 .

جدول (25 - 2)

نوع المبيد	الكمية (طن)
1. مركبات الفسفور العضوية Organophosphates	
# مونوكروتوفوس Monocrotophos	10
# اثيل البيراثيون Ethyl parathion	8
# ميثيداثيون Methidathion	6
# او كسيد ميتون - المثيل Oxydemeton - methyl	1

تابع جدول (25 - 2)

الكمية (طن)	نوع المبيد
0.25	# ميفون فوس Mevinphos
14	2. الكارباميت Carbamates # ميثوميل Methomyl
4	3. المركبات الهيدروكربونية انكلورد Chlorinated HydroCarbons # اندرين Endrin
3	4. معقمات التربة Fumigants # اوكساميل Oxamyl
12	# ميثيل البرومايد Methyl bromide

أنواع المبيدات التي دخلت الاردن عام 1979 [9]

كما اجريت دراسات لتحديد اثر المتبقيات من المواد الكيميائية المستخدمة في مجال الزراعة حيث شهدت الفترة ما بين (1989 - 1986) نمواً متزايداً في حجم المبيدات المستوردة ، اذ ارتفع من 983 طناً عام 1986 الى 1309 طناً في عام 1989 وانخفض الى 842 طناً في عام 1990 ، وذلك لقيام الصناعة الوطنية العاملة في الاردن بطرح انتاجها من مبيدات الاعشاب .

وتكمن خطورة هذه المتبقيات في تراكمها حال وصولها الى الانسان او الحيوان بطريقة او بأخرى ، مما يؤدي الى ظهور أعراض خطيرة كالصداع وصعوبة التنفس ، لا سيما وان المزارعين في الاردن يستخدمون مبيدات تبقى فعاليتها في البيئة لعدة سنوات مثل بروميد الميثيل الذي تسبب في تسمم 82 فتاة في إحدى مدارس الاناث في غور الاردن عام 1985 ، وهذا يدعو الى ضرورة اتباع الطرق الصحيحة للتخلص من بقايا المبيدات من أجل المحافظة على الانسان والبيئة من مخاطر هذه الملوثات [9] .

وبين الشكل رقم (9) فترات بقاء بعض المبيدات من الهيدروكربونات الكلورة .

شكل (9)



فترات بقاء بعض المبيدات من الهيدروكربونات الكلورية [44]

7- 2 تلوث الهواء بسبب التدخين

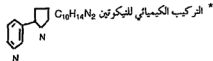
نظراً لخطورة أفة التدخين على صحة الإنسان وآثارها المدمرة للبيئة ، يجب الإشارة إلى تأثير السجارة السام على الهواء حيث يحتوي دخان التبغ على أكثر من 3800 مادة كيميائية سامة ، ومنها أول أكسيد الكربون (CO) وكبريتيد الهيدروجين (H₂S) والأمونيا (NH₃) والفورمالدهايد (HCHO) والاسيتالدهايد (CH₃CHO) وسينيل الهيدروجين (HCN) وجميع أنواع المبيدات المستخدمة في الزراعة وحامض الكربونيك وكربون ورق السجائر وبعض الأحماض مثل النيتريك (HNO₃) وحامض الخليك (CH₃COOH) وحامض الفورميك (HCOOH) .

والدخان عبارة عن خليط Mixture من الهواء الساخن وغازات تحمل ذرات صغيرة من القطران في دخان السجارة ، ويحتوي كثير من هذه الذرات على مواد سرطانية ومنها مادة البنزوبيرين Benzopyrene التي تعتبر من أقوى المواد السرطانية المعروفة ، كما أن الخلايا المنتجة للاهداب والخلايا المنتجة للمخاط تدمر كلياً خلال فترة من الوقت ، وأن غشاء الاهداب المخاطي الواقي وجهاز التنظيف يجعل سعال المدخن أمراً لا بد منه للتخلص من البلغم وما يحتويه من ذرات كبيرة تؤثر معها عملية السعال هذه في الممرات الهوائية مما يجعل خلايا الممر التنفسي للإنسان المدخن

معرضة للتلف وبالتالي تؤدي الى التهاب مزمن في القصبات الهوائية [38,48,83] .
^١ ومن المركبات الاخرى التي يحتويها التبغ مركب النيكوتين* الذي يعتبر منها
 للجهاز العصبي المركزي ، كما يتسبب في احداث تغييرات فسيولوجية ونفسية
 متميزة في الانسان ، ولا يكاد يخفى تأثير هذا العقار على الدورة الدموية التي تؤدي
 الى مرض القلب ، ويعمل كمنبه على زيادة سرعة نبضات القلب ويرفع ضغط الدم
 ويؤثر على الغدد الادرينالية ويرغم هذه الغدد الصماء على اطلاق هورومونات
 الادرينالين لتدور في الدم محدثة انفعالات في الجهاز العصبي ، ويعتقد ان النيكوتين
 مسؤول عن ارتفاع نسبة الحوامض الدهنية الموجودة في أجسام المدخنين ، وان الجرعة
 القاتلة (Lethal Dose) (L.D.) من النيكوتين هي 60 مليغراماً حيث تكون مميتة اذا
 حقنت في دم الانسان [48,83,116,124] . /

. ووجد ان التدخين يفاقم من تأثير تلوث الهواء بالرصاص حيث ان الاشخاص
 البالغين الذين يدخنون اكثر، هم الأعلى بنسبة 10 % من الاشخاص غير المدخنين ،
 إضافة الى ان التدخين قد يتسبب في موت ثلاثة ملايين شخص سنوياً في عام
 2020 م كما نشر ذلك المؤتمر الدولي للتدخين الذي عقد في باريس عام 1995
 [97] . ويتسبب التدخين كذلك في ارتفاع مطرد في عدد المصابين بامراض القلب
 والسرطان والتشوهات الخلقية في الأجنة ، كما يؤدي الى التهاب الشعب الرئوية
 المزمنة ، ويؤثر على المرأة الحامل مما يؤدي الى وفاة الجنين او الاجهاض التلقائي عند
 المرأة الحامل وقد ينتج عن التدخين ولادة طفل دون الوزن الطبيعي بمعدل
 170 غراماً ، كما يؤثر على نمو الطفل الجسمي والعقلي ، ويؤدي كذلك الى الاصابة
 في قرحة المعدة والاثنى عشر ، لهذا فان نسبة الوفيات بالقرحة عند المدخنين أكبر منها
 عند غير المدخنين ، ويصل عدد الناس الذين يموتون في أمريكا سنوياً بسبب التدخين
 الى 300000 شخص منهم 40000 شخص ماتوا بسرطان الرئة عام 1974 ،
 وللمقارنة فان عدد الذين يموتون في حوادث السير 55000 شخص سنوياً [48,83] .

ويحرق المدخنون في مصر بنيران سجائرهم 6.4 مليون دولار يومياً ، فيترسب
 اكثر من 3800 مادة سامة في اجسامهم ، وأن الامهات المدخنات اللواتي يدخن اكثر



من عشر سجائر يومياً ، لوحظ في عينات دم اطفالهن الذين تراوحت اعمارهم بين (5 - 2) سنوات نسبة عالية من النيكوتين والمواد الهيدروكربونية المسرطنة التي يحتويها دخان السجائر [38,48,83,116,124,190] .

وبين الجدول رقم (26 - 2) نسب أهم المواد الداخلة في تكوين اوراق التبغ والمواد الناتجة عن حرق السجائر خلال التدخين .

جدول (26 - 2)

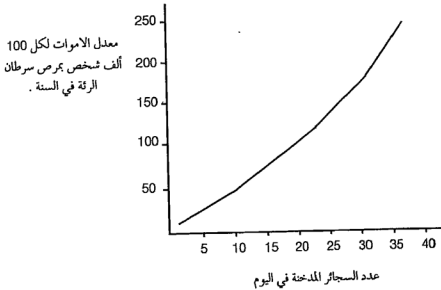
المادة	النسبة المئوية	تأثيرها السام
1. النيكوتين	% (40 - 1)	تسبب انطلاق هرمون الكظرين من الغدة الكظرية مما يؤدي الى زيادة عدد ضربات القلب وبالتالي ارتفاع ضغط الدم .
2. الكربوهيدرات	% (20 - 2)	
3. البروتينات	% (13 - 1)	
4. الاحماض العضوية	% (17 - 5)	
5. الزيوت الطيارة	% (1.5 - 0.1)	
# القطران ، الفينول ، الفورمالدهايد ، الكريزول ، مواد أروماتية ، اسيتالدهايد، بنزوبيرين .		كلها مواد سامة تسبب تهيج الاغشية ولها تأثير سرطاني على هذه الاغشية وعلى اجهزة الجسم المختلفة .
# مادة البيروليدين ، مادة ميثيل بيروتين		مواد شديدة السمية اذ يكفي عدة نقاط للتسبب في الوفاة .
# اول اكسيد الكربون وينتج عن حرق التبغ		يتحد غاز CO مع الهيموجلوبين بمقدار 210 ضعفاً أكثر من الاكسجين ، واذا وصلت نسبة اتحاد CO - Hb الى 70 % فانها تؤدي الى موت الانسان .
# الكحول الميثيلي		وتنتج عن احتراق التبغ وقد يتسبب بحدوث عمى مؤقت لبعض الأشخاص وعمى دائم في حالة مرضى السكري من المدخنين .

أهم مكونات التبغ والمواد الناتجة عن التدخين (مصادر مختلفة)

وينتج عن التدخين أيضاً الكحول الميثيلي (CH_3OH) وهو أحد نواتج حرق التبغ الذي قد يتسبب في حدوث عَمى مؤقت لبعض الأشخاص وعَمى دائم في حالة مرضى السكري من المدخنين ، وتكمن خطورة الكحول الميثيلي في تأثيره التراكمي. كما ان للتدخين السلبي الناتج عن مخالطة غير المدخنين للأشخاص المدخنين مخاطر كبيرة ، حيث اجريت دراسة في امريكا عام 1990 اتضح فيها ان التدخين يتسبب سنوياً في موت ما يزيد على ستة أمثال الاعداد الكلية التي ماتت في الحرب الفيتنامية ، وقد وجد ان ما بين (3000 - 4000) شخص يموتون سنوياً بسرطان الرئة ، ويصل عدد الوفيات في أمراض القلب من (30000 - 40000) بسبب التدخين السلبي ، وعموماً فان مخالطة المدخنين يتسبب في زيادة الوفاة بكل من سرطان الرئة وأمراض القلب بنسبة 30 % عن معدلاتها [48,83].

وبين الشكل (10) مخططاً بيانياً لنسبة الموت الناتج عن سرطان الرئة وعلاقته بالتدخين .

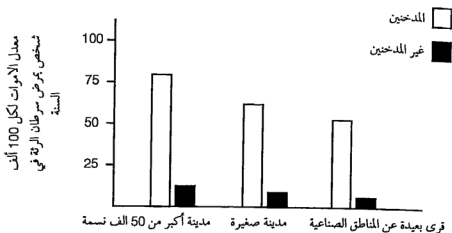
شكل رقم (10)



الموت بسرطان الرئة وعلاقته بعدد السجائر المدخنة يوميا [44]

كما يقارن الشكل (11) بين المدخنين وغير المدخنين من حيث نسبة الوفاة لكل منهم بسرطان الرئة وعلاقته بالتدخين .

شكل (11)



الموت بسرطان الرئة وعلاقته بالتدخين [44]

وفي اطار التدخين السلبي فقد أشار الميثاق العالمي الذي صدر لضمان حقوق غير المدخنين والذي جاء فيه : أن الحق لغير المدخنين في استنشاق هواء نقي ، وفي الاعراب بحزم وأدب عن انزعاجهم وانفعالاتهم المضادة للتدخين ولهم الحق لمنع او تثبيط عزائم المدخنين من تلويث الهواء والسعي لفرض قيود على التدخين في المحلات العامة وحافلات النقل [11,48] .

إن الآثار السريعة للتدخين على الصحة يعتبر الآن أشد من أخطار الطاعون والكوليرا والسل والجدري والجذري مجتمعة ، كما يرى الدكتور محمد علي البار عضو جمعية الاطباء الملكية البريطانية ، وإن هذه الاضرار تبدو سريعة ومخيفة اذا ادركنا ان ملايين البشر يلاقون حتفهم في كل عام نتيجة ادمان التدخين ، وإن عشرات المدخنين يعانون من امراض وبيلة تجعل حياتهم سلسلة متصلة من العناء والتعب .

وبين الجدول رقم (27 - 2) تأثير التدخين السيء على أجزاء الجسم المختلفة .

جدول (27 - 2)

تأثير التدخين	اجزاء الجسم التي تتأثر بالتدخين
# يؤدي الى سرطان الفم حيث أن نسبة 70 % من الحالات تعود الى التدخين . # سرطان الشفة حيث ان نسبة 70 % من الحالات سببها التدخين .	1 . الفم
# سرطان الحنجرة حيث أن نسبة 84 % من الحالات سببها التدخين . # سرطان الرئة حيث أن نسبة 90 % من الحالات سببها التدخين . # الالتهاب الشعبي المزمن حيث ان نسبة 90 % من الحالات سببها التدخين . # الانتفاخ الرئوي حيث ان نسبة 85 % من الحالات سببها التدخين .	2 . الجهاز التنفسي
# جلطات القلب : التدخين مسؤول عن 70 % من الحالات . # جلطات الاوعية الدموية . # ضيق الشرايين .	3 . القلب والجهاز الدوري
# سرطان البلعوم . # سرطان المريء . # سرطان البنكرياس . # قرحة المعدة والاثنى عشر .	4 . الجهاز الهضمي
# اورام المثانة . # سرطان المثانة البولية حيث ان التدخين السبب الرئيس لاكثر من 60 % من الحالات . # سرطان الكلى .	5 . الجهاز البولي
# ضعف القدرة الجنسية . # سرطان عنق الرحم عند النساء : التدخين مسؤول عن 45 % من الحالات . # سرطان البروستات عند الرجال : التدخين مسؤول عن 40 % من الحالات .	6 . الجهاز التناسلي

تأثير التدخين على أجزاء الجسم المختلفة [مصادر متعددة]

وبالنسبة لواقع التدخين في الاردن ، فتشير الاحصائيات والارقام الى تزايد خطورة هذه المشكلة التي لها تأثير خطير على البيئة ، وبالتالي على صحة الانسان ، حيث وصلت نسبة المدخنين بين طلبة المدارس الى 30 % كما أوضحت إحدى الدراسات التي أجرتها وزارة الصحة على مدارس العاصمة في الصفوف الثانوية ، وان نسبة المدخنين فوق سن الخامسة والعشرين هي 48 % ذكوراً وإناثاً كما بينت ذلك دراسة أخرى أجرتها وزارة الصحة في شهر كانون الثاني عام 1996 .

وتعتبر هذه النسب مؤشراً خطيراً يدل على ارتفاع نسبة التدخين بين طلبة المدارس الذين يشكلون شريحة واسعة من المجتمع ، وهذا بدوره ينعكس سلبياً على صحتهم لما يتركه التدخين من أضرار كبيرة حيث يسبب الكثير من الامراض ، وقد ثبت ان نسبة 90 % من سرطان الرئة والقصبة الهوائية واللثة واللسان كان التدخين هو المسؤول عن حدوثها [125] .

كما تشير إحدى الدراسات التي أجريت على المصابين بامراض القلب ان نسبة المصابين بأمراض القلب « الجلطات » تصل الى 70 % عند الاشخاص المدخنين، وهذا يعني ان التدخين يعتبر سبباً مباشراً في حدوث هذه الجلطات ، ووجد أن أكثر من 45 % من الاناث المريضات بسرطان عنق الرحم وحوالي 40 % من المصابين بسرطان البروستات من الرجال هم من المدخنين .

وعلى ضوء ما سبق ، يستدعي الأمر ضرورة وضع استراتيجية وطنية شاملة على مختلف المستويات تتبنى محاربة هذه الآفة عن طريق حملات التثقيف الصحي والتوعية لطلبة المدارس والجامعات وغيرهم ، بالإضافة الى سن التشريعات او العمل على تفعيلها لمنع انتشار خطر استفحال هذا الداء الخطير على الانسان والبيئة .

8 - 2 تلوث الهواء بسبب الحروب

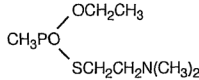
إن الحروب المدمرة تؤدي الى استنزاف الموارد الطبيعية حيث تسبب دماراً كبيراً للنظام البيئي ، فالحروب الكيميائية والبيولوجية والنووية تسهم في تخریب البيئة بشكل مدمر وتؤثر في مقومات الحياة من انسان ونبات وحيوان .

ويمثل خطر المواد الكيميائية في المواد الحارقة والحارقة التي تؤثر على الرئتين والجاري التنفسية حتى الاختناق والموت ، كما يتمثل خطر المواد البيولوجية في الميكروبات والجراثيم وسمومها التي تصل الى الانسان وتؤدي الى إصابته بأمراض

خطيرة ، وتؤدي الحروب النووية الى تشويه وتدمير وشل مرافق الحياة كاملة من خلال الاشعاعات الخطيرة التي تنبعث عنها .

« فالأسلحة الكيميائية التي تستعمل في الحروب دون مراعاة لقيم وأخلاقيات تفنك بالكائنات الحية من خلال تأثيراتها الحارقة والسامة والمميتة ، والأسلحة البيولوجية تفنك هي الاخرى بالكائنات عن طريق انتشار الامراض الخطيرة التي تهدد حياة الانسان بالخطر أحياناً وبالموت أحياناً أخرى ، ناهيك عن تلك الآثار السيئة التي تتركها هذه الحروب بأسلحتها الفتاكة من متفجرات وغيرها من تلويث البيئة بمقوماتها المختلفة . »

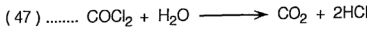
ومن الحوادث التي سببتها الحرب الكيميائية ، أذكر تلك الحادثة التي تسببت في موت 6400 رأس من الغنم في إحدى الولايات الامريكية نتيجة استعمال الجيش الامريكي للغازات الكيميائية السامة ومنها غاز الأعصاب (VX) والذي يحمل التركيب الكيميائي :



[غاز (VX)]

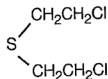
حيث تم نشر هذا الغاز بواسطة طائرة من مكان يبعد أكثر من عشرين ميلاً من مراعي قطعان الغنم ، وبسبب تغيير اتجاه الرياح ادى ذلك الى موت هذه الخراف بشكل مؤلم وعذاب كبير حيث لم تمت موتاً طبيعياً ، وتعرضت هذه الخراف الى أعراض قاسية منها ضيق التنفس وإفرازات غزيرة من الفم والأنف وتقيؤ وتشنجات عصبية وفقدان التوازن وتوقف في التنفس ثم الموت .

كما ان استعمال غاز الفوسجين او كلوريد الكربونيل Carbonyl Chloride (COCl₂) - يؤثر بشكل فعال على أنسجة الجهاز التنفسي مما يؤدي الى التهاب الرئتين ويوقف الدورة الدموية الرئوية ، وذلك بسببه للأوعية بسبب تخثر الدم وحدوث الجلطات ، ويتفاعل الفوسجين مع الماء مكوناً ثاني أكسيد الكربون وحامض الهيدروكلوريك كما يبين التفاعل رقم (47) .



(كلوريد الكربونيل)

ومن الغازات الكيميائية السامة غاز الخردل (Mustard Gas) والذي يحمل الصيغة الكيميائية :

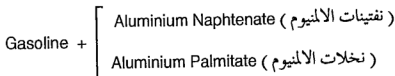


وله تسمية اخرى هي ثنائي ايثيل الكبريت Dichloro Diethyl Sulphide وتشبه رائحته الخردل ، وهو سائل يتبخّر ببطء ويبقى أسابيع في التربة قبل ان يتبخّر كلياً ويسبب حروقاً عميقة في الجسم من الصعب شفاؤها ، بالإضافة الى التهاب الرئتين والعيون والغثيان والتقيؤ ، وأثبتت الدراسات ان غاز الخردل يسبّب نمواً سرطانياً في بعض الحيوانات الخبيرة كالجرذان وأفراخ الدجاج .

ومن العوامل الخائفة بخار حامض البروسيك Purssic Acid * الذي يستعمل على شكل بخار وله رائحة اللوز المر، كما له تأثير سريع ومميت ، حيث يسبب الدوار والتشنج والاعماء والاختناق ومن ثم الموت ، وقد استخدم في الحرب العالمية الاولى التي وصل حصيلتها من الاسلحة الكيميائية الى 800000 إصابة حسب ما ورد في الموسوعة البريطانية ، ووصلت الى 1300000 إصابة توفي منها 91000 شخص في عام 1959 .

ولقد أفادت وزارة الدفاع السويدية في كتيب أصدرته ان غاز (ف - F) الذي تنتجه السويد في مراكز أبحاثها له سمية تفوق 40 ضعفاً مقارنة مع غاز الاعصاب (تابون - Tabun) ، والمعلوم ان كثافة غاز (سارين - Sarin) المؤثرة هي (100 - 50) ملغم / لتر في حين تتراوح كثافة غاز (تابون - Tabun) ما بين (200 - 100) ملغم / لتر .

ومن الأسلحة الكيميائية التي تستخدم وتسهم في تلوث البيئة وتدمر مقوماتها القنابل الحارقة « النابالم » التي يتشكل تركيبها الأولي من مادة بترولية مع ملح من أملاح الألمنيوم .



* بخار حامض البروسيك هو نفسه بخار سيانيد الهيدروجين (HCN)

ونتيجة خلط هذه المواد يتشكل تركيب شديد الاحتراق يوضع في القنابل ، وعند انفجار القنبلة تتطاير أجزاء هذا التركيب الحارق لتلتصق بجسم الانسان المصاب وتسبب حروقاً عميقة وتشويهاً فظيماً في شكل ووظيفة أعضاء الجسم ، مع تآخر في الالياف العضلية والمواد الدهنية ، ويموت الشخص المصاب بالحروق من صعوبة التنفس والصدمة وضياح السوائل من جسمه ، وتنتج أمريكا من قنابل النابالم ما يقدر وزنه بـ (22.7) كيلو غرام كل شهر .

وأورد هنا جدولين يبين الأول أنواع الاسلحة الكيميائية وخواصها .

جدول (28 - 2)

نوع السلاح	حالته الفيزيائية بدرجة حرارة 20°C	احتمال بقاءه بعد نشره	طريقة نشره	الطريق الفعال لدخوله الجسم	تأثيره على
غازات الأعصاب	سائلة	منخفض الى مرتفع	بخار ورذاذ وسائل	الرئة والعين والجلد	الانسان والحيوان
العوامل الحارقة	سائلة وصلبة	مرتفع	بخار ورذاذ وسائل	الرئة والعين والجلد	الانسان والحيوان
العوامل الخانقة	سائلة	منخفض	بخار	الرئة والعين والجلد	الانسان والحيوان
العوامل المؤثرة في الدم	سائلة وبخارية	منخفض	بخار	الرئة	الانسان والحيوان
السموم	صلبة	منخفض	رذاذ وسائل	الرئة والامعاء	الانسان والحيوان
الغازات المعوقة	سائلة وصلبة	منخفض	بخار ورذاذ	الرئة والعين	الانسان والحيوان
العوامل المعطلة	سائلة وصلبة	منخفض	بخار ورذاذ	الرئة والجلد	الانسان والحيوان
مبيدات الزرع	سائلة وصلبة	منخفض الى مرتفع	بخار ورذاذ	الاوراق الجذور	على النباتات *

* بعض مبيدات الزرع وبخاصة التي تحتوي على (الزرنيخ) العضوي تؤثر ايضاً على الانسان والحيوان .

انواع الاسلحة الكيميائية وتأثيراتها على الانسان والبيئة [23]

وبين الجدول الثاني العدد التقريبي للاصابات والوفيات الاولية التي قد تنتج عن هجوم جوي واحد محدود بالاسلحة البيولوجية على أهداف مدنية لم تتخذ أية تدابير وقائية .

جدول (2- 29)

ملاحظات	الأصناف : مدن في بلاد نائية						الوقت التقريبي	المدى التقريبي لاحتمال انتقال العامل بواسطة الريح	العامل البيولوجي
	مدينة بها نصف مليون		مدينة بها مليون		مدينة بها 5 ملايين				
	وفيات	إصابات	وفيات	إصابات	وفيات	إصابات			
	3000	10000	6000	20000	9500	35000	5 - 7 دقائق	كيلو متر واحد	- الحمات الراسمة - فيروس - الحشرات الصغيرة التي تنتقل بواسطة الحشرات
	50	10000	100	20000	100	35000	5 - 7 دقائق	كيلو متر واحد	الحشرات الراسمة المسببة للاتقنوزا
استعمال مضادات الحيوية يقص عدد الوفيات 10%.	14000	60000	15000	65000	19000	8500	30 دقيقة	5 كيلومتر	التيفرس الرياني
	350	75000	400	80000	500	100000	60 دقيقة	10 كيلومتر	الحصى القلاعية
استعمال مضادات الحيوية يقص عدد الوفيات 10 %.	40000	75000	44000	80000	55000	100000	60 دقيقة	10 كيلومتر	الطاعون
استعمال مضادات الحيوية يقص عدد الوفيات 5 %.	95000	125000	95000	125000	95000	125000	أكثر من ساعتين	أكثر من عشرين كيلومتر	الحمرة الخبيثة

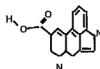
عدد الإصابات بالأسلحة البيولوجية على أهداف مدينة ليس بها تدابير وقائية [23]

ومنها الفسفور الأبيض White Phosphorus الذي يستعمل في قتال المدفعية والقنابل اليدوية ، واستخدم في الحرب العالمية الأولى كقنابل دخانية حارقة ، أما طريقة تحضيره فهي بتسخين كميات كبيرة من الصخور الفسفورية في أفران كهربائية ، وللفسفور بخار سام يصل الى العظام فيسوسها .

كما ان مركبات المبيدات الحشرية « مركبات الفسفور العضوي » الشديدة السمية مثل البراثيون Parathion قد تستخدم في الحروب الكيميائية ، فقد قتل مركب البراثيون خطأ عشرات الناس في المكسيك وكولومبيا ، وفي خلال خمس سنوات حصل في اليابان ستة آلاف حادثة تسمم بهذه المادة ، وأن الخطر الناجم عن المبيدات لا يخرب المزروعات فقط ، بل يخرب التربة لان الأرض تبقى دون حشائش ومزروعات وخضرة ولن يكون بها أحياء لا حشرات ولا طيور ولا حيوانات ، لذلك تسمى المبيدات بقاتلة الحياة (Biocide) .

وهناك كيماويات تحرق المزروعات وتسقط اوراق الشجر، فمثلاً بلغ مجموع ما خرب في فيتنام من محاصيل حوالي 150000 فدان من الارض المزروعة ، ودمر ما مساحته 500000 فدان من الغابات بسبب هورمونات النمو ومنها (2, 4 - Dichlorophenoxy الخليك حامض الكلوروفينوكسي (2, 4 - Acetic Acid والذي يرش بمعدل 227.8 غرام / فدان * ، والنباتات التي تصيبها الهورمونات تنمو بسرعة غير طبيعية مما يؤدي الى تخريبها في أيام قليلة ، ومن الاسلحة الكيميائية الخطرة مادة (إل . إس . دي - L.S.D) وتسمى ايضاً (ثنائي ايثيل أميد حامض الليزر جيك - Diethyl Amide D - Lysergic Acid) فاستنشاق 0.1 مليغرام من هذه المادة يكفي لقتل الانسان ، وأن كيلو غراماً واحداً في خزان مياه يكفي لتعطيل سكان مدينة بأسرها بالتأثير جسمياً وعقلياً ، وتظهر اعراض فقدان الاتزان العقلي والانهيار النفسي والجنون ، وهناك مركب كيميائي اسمه حامض الكاكوديليك *** Cacodylic Acid وهو حامض عضوي يحتوي على الزرنيخ

* (1 فدان = 4047 متر مربع)



** التركيب الكيميائي لحامض الليزر جيك :

*** التركيب الكيميائي لحامض الكاكوديليك : $(CH_3)_2As(O)ONa . X H_2O$

ويحرق كل أخضر ، بالإضافة الى أن 70 غراماً منه يكفي لموت الانسان .

وأذكر هنا الحادثة التي أطلق فيها الألمان غيوماً من غاز الكلوريد الذي يميل لونه الى الخضرة ، وله رائحة لأذعة تسبب إثارة شديدة للرئتين ، وقد أطلق هذا الغاز فوق الخطوط الفرنسية في مدينة بلجيكية ، واخذ الفرنسيون بالمفاجأة ولم يكونوا مستعدين لها فمات 5000 جندي وتضرر 10000 حيث أحدث هذا الغاز رعباً جماعياً ، وكان يمثل هذا الحادث بداية استعمال الاسلحة الكيميائية في هذا القرن ، فكيف الآن وبعض المصادر تؤكد ان امريكا تملك كمية مخزونة من غازات الاعصاب القاتلة لزيادة أكثر من سكان العالم بـ (30) مرة ، وتملك روسيا قدرة تفوق قدرة العالم الغربي بـ (7) مرات في مجال الاسلحة الكيميائية ، والسؤال الذي يطرح نفسه هنا : أليست هذه الحروب تعدّ من أخطر انواع التلوث التي تفتك في البيئة تخريباً وتدميراً وتحرق كل ما في طريقها دون رحمة او أخلاقيات ؟!

وبالنسبة للأسلحة البيولوجية فان لها تأثيراً قاتلاً وخطيراً حيث تسهم في تلويث الهواء وتهدد الانسان من خلال نشر مسببات الامراض لتفتك بالانسان ، كما ان لها أخطاراً كبيرة اذا حدثت أخطاء من خلال التجارب التي يقوم بها المختصون والعلماء ، حيث اعترف مركز الابحاث للأسلحة البيولوجية والكيميائية في (فورت ديتريك) بولاية ميرلاند الامريكية بحدوث 420 إصابة قاتلة بين الباحثين الذين عملوا هناك بين عامي (1968 - 1943) .

ولقد اجريت دراسات على الجراثيم لاستغلالها كسلاح في الحروب ومنها جراثيم المكورات ستافيلوكوكس Staphylococcus التي تفرز سموماً في الامعاء حيث ان بالامكان استخلاص سموم هذه المكورات الجرثومية على شكل رذاذ او وضعها في مياه الشرب حيث تؤدي الى التقيؤ وآلام واسهال ، ومن الحوادث التي حصلت في الاربعينيات من القرن التاسع عشر ان أصيبت زراعة البطاطا بكارثة هائلة في ايرلندا بسبب فطريات أبادت المحاصيل ، فأدى ذلك الى مجاعة قتلت نصف مليون شخص ، وأجبر مليون ونصف آخرون على الهجرة .

ومن الاسلحة البيولوجية التي تستعمل في الحروب الجراثيم التي تسبب مرض الطاعون ومرض الجعرة الخبيثة والتهاب الدماغ الفيروسي Viral Encephalitis ، كما أن هناك سلاحاً ساماً (كيميائي - بيولوجي) يستخرج من جرثومة اسمها Clostridium Botulinus التي تسبب عادة التسمم الغذائي المميت في حالة تناول

لحوم المعلبات الفاسدة ، ويكفي ما مقدارة 225 غرام لقتل سكان العالم جميعاً [23].
وقوع الكثير من العلماء والباحثين ضحية لاجراء التجارب على الاسلحة
الجرثومية بطريق الخطأ ، ومن هؤلاء الباحثين البروفيسور هانش مرتش Hansh
Meritsch الباحث في جامعة فينا الذي كان يعمل في بحث فيروس التهابات
الدماغية حيث أصيب بهذا الفيروس الشديد الفاعلية مما أدى الى وفاته عام 1965 ،
كما توفي العالم جورج بيكون في عام 1962 بمرض غامض يشبه النزلة الصدرية
« الطاعون الرئوي » حيث كان يعمل في مركز الابحاث البيولوجية في بورتن داون
Porton Down في بريطانيا .

وعلى الرغم من أن بروتوكول جنيف عام 1925 الذي دعا الى عدم استخدام
الاسلحة الكيميائية والجرثومية ضد المدنيين ، الا أن الاستهتار في قيمة الانسان
وغياب الجانب الاخلاقي في مسألة هذا النوع من الاسلحة الذي يقود الى اشبع
اشكال التلوث والتدمير للانسان والحيوان والنبات حيث يعتبر ذلك حرباً على الحياة
دون وازع أو ضمير .

ومن المهم ان نذكر الملوثات الخطيرة التي سببتها حرب الخليج في عام 1991
حيث لوّثت الهواء وأثّرت على الانسان والتربة ومياه الخليج ، وذلك بسبب احتراق
ما يقارب 65 مليون برميل من النفط ، وأدى ذلك الى انتشار غبار العناصر الثقيلة في
الجو بفعل التلوث العام الناتج عن احتراق مواد الصناعة وعوادم السيارات مثل الحديد
والرصاص والنيكل ووجود مركبات ثاني اكسيد الكربون وثاني اكسيد النيتروجين
والأوزون نتيجة احتراق النفط وتأين الأشعاعات التي تعرضت لها مكونات البيئة
حيث انبعثت إشعاعات ألفا وبيتا وجاما بتراكيز غير معروفة ، وتسرب المبيدات
والاسمدة للبيئة نتيجة قصف مخازنها او تسرب هذه المواد للسواق والتصرف بها
بشكل غير عقلاني ادى بشكل مباشر الى تلوث البيئة .

وقد قام فريق من العلماء [129] بدراسة اثر الحرب في الخليج على البيئة بدءاً
من منطقة الخليج فمنطقة الشرق الاوسط في دائرة تتوسع حتى تشمل الكرة الأرضية
برمتها ، وكانت هذه الدراسة قد اجريت قبيل نشوب الحرب باسبوعين ، حيث بينت
توقعات العلماء على ضوء الاستعدادات التي أعدتها قوى التحالف من جهة وعدد
الالغام التي تم زرعها لآبار النفط من قبل العراق من جهة اخرى ، وقد تم في هذه
الحرب تلغيم ما بين (750 - 1000) بئر نفطية ، وان تفجر البئر الواحد منها سيرفع

الحريق لارتفاع مئة متر ، وسينجم عن هذه الحرائق ارتفاع في درجة الحرارة عالمياً بدءاً بالجو فوق حقول النفط ، وسيؤدي ذلك الى تسخين الهواء وتمدده ، وبذا تقل كثافته ويصبح خفيفاً فيرتفع في الجو ويقطع في المنطقة مما يولد منخفضاً جوياً ضحكاً وهذا يجعل الهواء يندفع من المناطق المحيطة الى مكان الحريق بقوة تناسب مع شدة المنخفض الجوي المتكون مما يسبب حالة من عدم الاستقرار الجوي الشديد ، فتكثر الصواعق والبرق وتحمل الرياح المندفعة الى منطقة الحريق الغبار معها ، وتهطل امطار غزيرة .

كما سينتج عن هذه الحرائق عدة مركبات منها السناج والهباب الاسود ، وهي دقائق صغيرة جداً من الكربون الناجم عن عدم احتراق كل الكربون في البترول نتيجة نقص الاكسجين يومياً ، اضافة الى اطلاق من الغبار ، وفي كل يوم وليلة تندفع كميات من هذا السناج وما معه من غبار بفعل الرياح الى مناطق متعددة حسب اتجاه الرياح ، ومن المحتمل ان تغطي سحب الدخان المدعم بالسناج الاسود والغبار سماء مناطق عديدة ، فتحجب أشعة الشمس عن تلك المناطق مما يتسبب في هبوط درجة الحرارة على ارض تلك المناطق من (20 - 4) درجة مئوية ، ويستشهدون على ذلك بأن الحرائق الطبيعية في غابات ولاية البرتا الكندية عام 1982 ، والحرائق الطبيعية في جنوب ولاية اوريغون وشمال كاليفورنيا عام 1987 قد انخفضت درجة الحرارة حول سطح الارض حول تلك المناطق بدرجات مماثلة ، ويعتقد ان سحب الدخان السناجي الناتجة عن حرق آبار النفط ستكون أسماك من الحرائق الطبيعية .

وسينتج كذلك عن الحرائق غازات ثاني اكسيد الكربون (CO_2) وثاني اكسيد الكبريت (SO_2) وأكاسيد النيتروجين ومنها اول اكسيد النيتروجين (NO) وثاني اكسيد النيتروجين (NO_2) الموجودة في البترول والتي سيزيدها تأكسد النيتروجين في الهواء بمساعدة البرق والصواعق الكهربائية ، وهذه الغازات سامة بدرجات متفاوتة ، ولعل أكثرها سمية غاز اول اكسيد الكربون (CO) وكبريتيد الهيدروجين (H_2S) التي تنتج عنها الامطار الحامضية عند تفاعلها او ذوبانها مع ماء المطر حيث تهلك الامطار الحامضية الزرع والغابات وتزيد من تدهور خصوبة التربة حيث يقل الرقم الهيدروجيني (PH) .

ويقدر ما سينتج عن هذه الحرائق من غاز (SO_2) بحوالي 10000 طن يومياً ومن أكاسيد النيتروجين (NO_x) ما يقارب ألفي طن يومياً ، وستكون كميات غاز

(CO) مساوية لكميات السناج الاسود اي ما يعادل 5000 طن يومياً .

وإذا وصل الحريق الى مستودعات البترول المكرر (البنزين) فان مركباً آخر ينطلق هو اكسيد الرصاص PbO ومعه كميات أقل من الزئبق وكلاهما شديد السمية على الانسان والحيوان والنبات ، كما ستؤدي الحرائق الى اضمحلال كميات كبيرة من طبقة الازون التي تحمي سطح الارض من اشعاعات الشمس الخطرة كالاشعة فوق البنفسجية Ultra Violet Ray وأشعة جاما Gamma Ray ، ونتيجة لذلك تحدث فجوات كبيرة في تلك الطبقة فوق خط الاستواء ، وهنا تكمن الخطورة على الانسان والحيوان والنبات بفعل تلك الاشعاعات التي تترك امراضاً خطيرة مثل سرطان الجلد عند الانسان ، وقد أشرت في الفصل الاول من هذا الكتاب الى تأثير الازون على النبات حيث يؤدي الى ضمور في الاجزاء النباتية ويقلل من نسبة الانتاج .

وقد مرّ على هذه الحرب ما يقارب ست سنوات ، فان هذه التوقعات التي قامت بها هذه الدراسة جاءت قريبة من الواقع والتنبؤ العلمي ، حيث لوحظ ارتفاع درجات الحرارة في المناطق المحيطة بمنطقة الحرب في كل من الاردن وسوريا وايران وغيرها من الدول المجاورة خلال السنوات التي تلت الحرب ووصلت الى معدلات عالية جداً ، بالإضافة الى تأثير البيئة العراقية على وجه الخصوص نتيجة افرازات هذه الحرب ونتائجها المدمرة للانسان والبيئة ، وبسبب التلوث الناجم عن آلاف الاطنان من المتفجرات والقذائف التي ألقيت على مدار 42 يوماً من قبل قوات التحالف على العراق فان معدلات اصابة الاطفال العراقيين بسرطان الدم قد ارتفعت الى 60 % خلال السنوات (1993 - 1995) قياساً مع السنوات السابقة ، كما بينت ذلك الباحثة أنسام علاء الدين [87] ، حيث ارتبط تفاقم هذا المرض الحبيث بسبب التلوث وضعف الاجراءات السائدة ممثلة بنقص الدم والاقراص الدموية ، ولقد اشتملت دراسة الباحثة على عينات من دم الاطفال تتكون من 96 طفلاً أصيبوا بهذا المرض ما بين عامي (1993 - 1995) ، وان النسبة التي اكدتها الدراسة في ارتفاع نسبة هذا المرض خلال هذه الفترة تعتبر مرتفعة جداً مقارنة مع السنوات التي سبقت الحرب [87] .

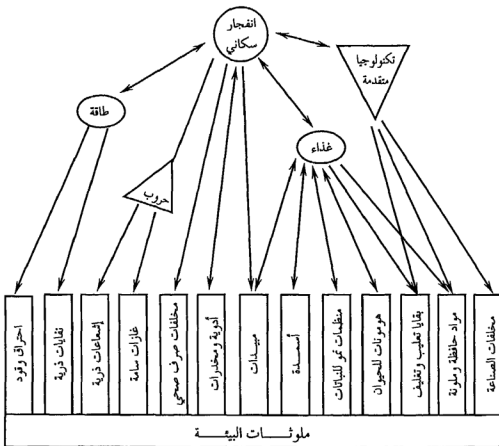
كما صدقت تنبؤات دراسة العلماء التي أجريت قبل الحرب بأسابيع حيث تساقطت الامطار الحامضية على الغطاء النباتي وغيّرت في درجة حموضة وقاعدية الاوساط ، وان احتراق آبار النفط أدى الى الحاق الضرر بمساحة خضراء تقدر

بـ 23% في البيئة العراقية ، وان مساحة الغطاء النباتي والمراعي الطبيعية التي تم تدميرها بفعل النشاط الحربي وصلت الى 1935000 دونماً [11] .

انها الحرب على الحياة والبيئة التي لا تبقي ولا تذر انها من ابشع صور التلوث* على الاطلاق بسبب افرازاتها من تدمير وتخريب وقتل ما يترتب عليها من مأس وآلام يكون ضحيتها الانسان والبيئة على حد سواء .

وأورد هنا شكلاً يلخص الملوثات التي سبق ذكرها والتي أحدثت الخلل في التوازن البيئي مما انعكس بدرجة خطيرة على جميع مقومات الحياة .

شكل (12)

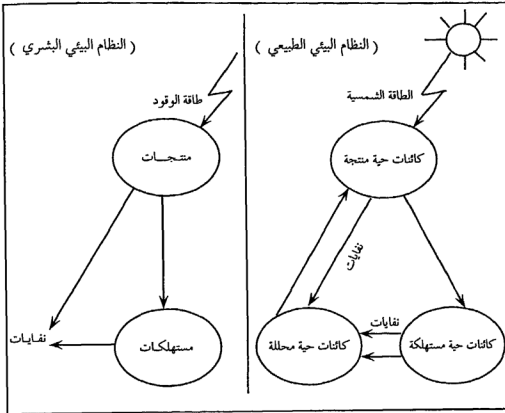


ملوثات البيئة التي أحدثت الخلل في التوازن البيئي [8]

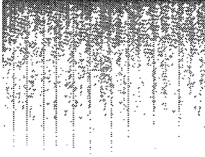
* تلوث الهواء بالانسماع (انظر في الفصل السادس - تلوث البيئة بالانسماع) .

كما يبين الشكل رقم (13) مقارنة بين النظام الطبيعي المتوازن والنظام البشري الذي عمل على الاخلال في التوازن الطبيعي .

شكل (13)



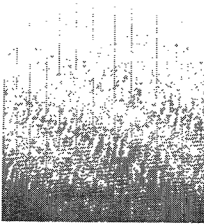
مقارنة بين النظامين الطبيعي والبشري [85]



الفصل الثالث

تلوث المياه

Water Pollution



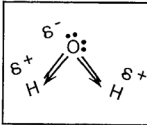
تلوث المياه

3 - 1 الماء النقي

قال تعالى ﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي ﴾ سورة الأنبياء (آية ٣٠)
الماء النقي Pure Water هو الذي يشتمل على المكونات الأساسية للماء دون أية شوائب أو ملوثات Pollutants تغير من خصائصه الكيميائية أو الفيزيائية أو حيوية ، ويتصف بأن يكون خالياً من اللون أو الطعم أو الرائحة [31,39,155,150] .

والتركيب الكيميائي للماء هو (H₂O) بنسبة ذرة واحدة من الأكسجين الى ذرتين من الهيدروجين ليتكون هذا المركب الكيميائي الحيوي والمهم لجميع الكائنات الحية من انسان وحيوان ونبات الذي يمد الحياة بالأكسجين اللازم للتنفس ويساعد على تحرير الطاقة الشمسية التي كان قد إدخرها النبات الأخضر وحولها الى روابط كيميائية تربط بين عناصر الكربون والهيدروجين (C - H) ، الكربون والأكسجين (C - O) ، والكربون والنيتروجين (C - N) بعد أن يقوم النبات الأخضر بالاستفادة من طاقة الشمس وذلك بتحليل الماء الى الهيدروجين والأكسجين [150,158,159] .

وللماء دورٌ في حمل الغذاء للجنين وهو في بطن أمه حيث تقوم بالغدد بفرز مستحلبات مائية تحت تأثير الهرمونات وتشتمل على 7 % من سكر اللاكتوز « اللين » و 3 % من الدهون وعلى الكالسيوم اللازم لبناء عظام الطفل وأسنانه . كما أن الماء يعتبر أساساً للخواص الحيوية للكائنات كافة باعتباره من أفضل المذيبات القطبية ، وهو الذي يلعب الدور الرئيس في العمليات الكيميائية والحيوية في الجسم ويعمل على تخليص المواد العضوية من الفضلات ، وعلى تنظيم درجة حرارة الجسم بالتعرق .



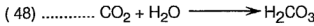
ويعتبر الماء مذيئاً جيداً كونه مستقطباً جزئياً ، وتسمى الرابطة التي تربط بين ذرات الهيدروجين بالرابطة الهيدروجينية التي تعمل على شد الجزيئات بعضها مع بعض ، ويحتوي الماء الأكسجين حيث أن اللتر الواحد من

الماء يحتوي 100 ملغم تقريباً عند درجة الصفر المئوي وتحت الظروف العادية ، ويقل هذا التركيز بارتفاع درجة الحرارة حيث تصبح كمية الاكسجين 65 ملغم / لتر عند

درجة حرارة 20 مئوية [33,186] .

ويعدّ الأكسجين الموجود في الماء ضرورياً جداً لأن الأحياء المائية تحتاجه كغاز في عملية التنفس لإنتاج الطاقة لدعم نموها وإدامة حياتها ، إضافة الى أن كمية الأكسجين في الماء تعتبر إحدى العوامل الكيميائية المهمة للبيئة المائية [155] .

كما ينتج عن عملية تحلل المواد العضوية وعملية التنفس في الأحياء المائية غاز ثاني أكسيد الكربون (CO₂) ، ويتحد هذا الغاز كيميائياً مع المياه منتجاً حامض الكربونيك (H₂CO₃) الذي يؤثر بدوره في تركيز الهيدروجين (H⁺) في المياه كما تبين التفاعلات الكيميائية .



ويحتوي لتر المياه الواحد على 0.5 مليلتر من غاز ثاني أكسيد الكربون .

وتتشكّل المياه العذبة ما نسبته 0.8 % من مجموع المياه في هذا العالم من مياه المحيطات والبحار والأنهار وجميع مصادر المياه ، ونظراً لقلّة المياه العذبة النقية وعدم انتظام توزيعها ، وبسبب التزايد السكاني الذي يشهده العالم ، فالواجب يحتم على البشرية أن تحافظ على هذه الثروة من الهدر والضياع [21,44] .

وهناك عوامل تحدّد نوعية مياه الري النقية منها : الصفات الكيميائية مثل الرقم الهيدروجيني (PH) والمواد الصلبة الذائبة (TDS) وتركيز الأيونات السالبة (الكربونات CO₃⁻² ، البيكربونات HCO₃⁻ ، الكلوريد Cl⁻ ، والكبريتات SO₄⁻²) والايونات الموجبة (الكالسيوم Ca⁺² ، المغنيسيوم Mg⁺² ، والصوديوم Na⁺) الذائبة في مياه الري ، ومنها أيضاً الصفات الطبيعية مثل درجة الحرارة واللون والعكارة مقاسة بوحدهات (Nephelometric Turbidity Unit (NTU) و Jackson Turbidity Unit (JTU) ، والصفات الحيوية التي تتمثل في تعيين نوعية المياه من الناحية الحيوية كتقدير عدد بيوض الديدان المعوية والقولونات البرازية في مياه الري ، وذلك لتفادي الإصابة بالأمراض وتلوث المياه [71] .

ونخلص هنا الى أن الماء النقي الصالح للشرب هو الذي يخلو من أية كائنات

حية دقيقة أو أية ملوثات كيميائية أو صناعية تؤثر على طبيعته الكيميائية والفيزيائية والحيوية ، ويتصف الماء النقي في أنه عديم اللون والطعم والرائحة ، ويبين الجدول رقم (3-1) المواصفات العالمية لمياه الشرب النقية التي وضعتها منظمة الصحة العالمية (WHO) .

جدول (3-1)

المادة او الصفة	الحد المسموح (ملغم / لتر	الحد الاعلى (ملغم / لتر)
الطعم	لا يوجد	لا يوجد
اللون	لا يوجد	لا يوجد
درجة تركيز الهيدروجين	7.0 - 8.5	6.5 - 9.3
الرواسب العالقة	250	750
الكدرة	5.0	25
الطلب الكيموحيوي للاكسجين	3.0	4.0
الكلور	200	650
الكبريتات	200	400
المغنيسيوم	75	200
الكالسيوم	50	150
النحاس	1.0	15
البروم أقل من	0.5	1.0
الحديد	0.3	1.0
الرصاص	—	0.1
المنغنيز	0.1	0.5
الزرنيخ	—	0.05
السيانيد	—	0.05
الكادميوم	—	0.01
الزئبق	—	0.001
السلينيوم	—	0.01

المواصفات الدولية للمياه الصالحة للشرب التي وضعتها منظمة الصحة العالمية

[30] (WHO)

2 - 3 الماء الملوث

بسبب التزايد المضطرد في عدد سكان العالم ، حيث من المتوقع أن يصل الى 12.5 بليون في منتصف القرن القادم ، فإنه يترتب على ذلك زيادة في الاستهلاك ، علماً أن متوسط استهلاك الفرد في السنة يتراوح بين (300-400) متر مكعب، ويقدر العلماء أنه في عام 2040 تكون الإنسانية قد استهلكت كامل احتياطي الماء الموجود في الأرض ، وهذا يعني أن البشرية مهددة بكارثة عطش حقيقي [21,22] .

وفي منطقتنا العربية هناك تحديات تواجه المنطقة حالياً ، فمعدل النمو السكاني يصل الى 3.1 % وهي من أعلى النسب في العالم ، ويعني ذلك أنه خلال جيل واحد يتكاثر عدد سكان المدن من 32 مليون نسمة الى أكثر من 130 مليون نسمة أي ما يعادل 4 % من مجموع السكان حسب ما جاء في الدراسة التي أعدها البنك الدولي ونشرت في كانون الأول عام 1994 حول برنامج شراكة للعمل البيئي [91] ، وتضمنت الدراسة أن الوضع المائي في المنطقة العربية أصبح محفوفاً بالخطر حيث يوجد 45 مليون نسمة محرومين من الوصول الى مياه الشرب النقية الآمنة و 85 مليون نسمة يفتقرون الى وجود خدمات صحية و 20 % فقط من المياه العادمة يتم معالجتها مقارنة بـ (60 - 70) % في أمريكا وأوروبا .

ولقد ازداد إستهلاك البشر للمياه في منطقتنا العربية الى درجة أن نصيب الفرد من هذه المياه سوف يقل الى نصف ما كان عليه عام 1970 م ، وأن أكثر من 60 % من المواطنين يعانون عدم توفر مياه صالحة للشرب ، وأوضحت التقارير القومية على مستوى العالم العربي أنه لا توجد عينة مياه شرب واحدة خالية من التلوث بالعناصر الثقيلة كالرصاص أو الزنك أو النيكل أو الحديد أو الفانديوم ، أو بالمواد الكيميائية كالنترات أو النيتريت أو بالمبيدات ، وأن تلوث المياه وعدم توفر مياه صالحة للشرب في الوطن العربي قد يسببان رفع الإصابة بالفشل الكلوي والسرطان والفشل الكبدي [65]* .

كما يعاني الأردن من عجز في مياه الشرب وفي الاستعمالات المنزلية ، وذلك بسبب ندرة المياه وعدم إنتظام توزيعها حيث أن المعدل السنوي لهطول الأمطار يقدر بحوالي 8400 متر مكعب [65]** يفقد منها سنوياً 9.2 % بالتبخر ، وتغذي

* د. أحمد عبدالوهاب عبد الجواد ، نحو استراتيجية اقليمية عربية لحماية البيئة [65] .

** بشار كلوب ، جمال ودلابة ، حالة البيئة في الاردن [65] .

أحواض المياه الجوفية على 5.4% من هذه الأمطار ، ويوجد في الأردن 12 حوضاً للمياه الجوفية التي تشكل المصدر الرئيس للاستعمالات المنزلية ويزود نهر اليرموك الاردن بـ 40% من المياه السطحية التي تستعمل في الري ، كما تعد مياه نهر الاردن عالية الملوحة ، وقد كشف احد تقارير وزارة الشؤون البلدية والقروية عن حدوث تلوث جرمي في مياه نهر الاردن بعد التفاهة بنهر اليرموك بسبب لقاء مياه الصرف الصحي والمياه العادمة الصناعية ، الامر الذي يلحق أضراراً كبيرة بالمزارع الاردنية المحاذية للنهر وجاء في التقرير ان نتائج التحاليل التي اجرتها الجمعية العلمية الملكية والمؤسسة العامة لحماية البيئة قد اسفرت عن وجود تلوث جرمي ناتج عن بكتيريا القولون الكلية والبرازية ، وبيّنت نتائج التحاليل ان هناك ارتفاعاً في خواص الاكسجين الممتص حيوياً وكيميائياً والكالسيوم والفينول والكلوريد والصوديوم والمواد العالقة في مياه نهر الاردن [134] .

وأكدت إحدى الدراسات العلمية أن هناك ارتفاعاً في نسبة المواد الصلبة المذابة في نهر الأردن وتلوثه بالصوديوم والكلور والبوتاسيوم والأمونيا والنترات ، وتلوث نهر اليرموك بالنترات والأمونيا ، وبيّنت الدراسة [130]* أن معظم تركيزات الأيونات المقاسة في نهر الأردن أعلى بعدة مرات من تركيزها في المياه العذبة وأن مياه النهر تعكس الحالة المتوسطة ما بين الأنهار العذبة ومياه البحار المالحة ، وعزت الدراسة أسباب التلوث بالنترات والأمونيا الى مصادر عضوية مبنية أن المصادر غير الطبيعية للأيونات المقاسة في نهر الأردن والتي تعتبر سبباً في التلوث تعود الى مياه الصرف الصحي والفضلات البيئية وسيول الزوابع المطرية في المناطق الحضرية إضافة الى النشاطات الزراعية والتأثيرات البشرية كعمليات سحب المياه الجائرة من النهر وجريان المياه المالحة الواردة من الينابيع غرب النهر الى النهر نفسه .

وأكدت الدراسة أيضاً أن ازدياد تركيز النترات والأمونيا مؤشر الى وجود جراثيم ضارة بصحة الإنسان كجراثيم الكوليرا والتيفوئيد ، وأن ازدياد النترات يمكن أن يؤثر على قدرة الدم في نقل الأكسجين ، وزيادة استعمال المياه التي تحتوي على كميات كبيرة من الصوديوم يمكن أن تسبب إضطرابات في القلب ، كما تؤثر زيادة المغنيسيوم على سلامة الأمعاء .

* فارس الهواري ، الوضع البيئي لنهر الأردن وواقعه نهر اليرموك ، رسالة ماجستير ، جامعة اليرموك 1997 [130] .

وبسبب تجاوز الطلب على الماء للإمكانات المتاحة وطرح كميات ملوثة متزايدة تتعدى قدرة إستيعاب البيئة فقد أدى ذلك الى ظهور بوادر العجز المائي وتدهور مصادر المياه ، ومن المتوقع أن يعاني قطاع الشرب من عجز مقداره 75 مليون متراً مكعباً في عام 2005 م ، وفي قطاع الصناعات الكبرى تكون الاحتياجات من المياه حوالي 115 مليون متر مكعب ويعجز مقداره 34 مليون متر مكعب في العام المذكور [119] . وتشير آخر احصائيات وزارة المياه والري الأردنية الى أن كمية المياه المتوفرة لكافة الاحتياجات في الأردن تبلغ 1000 مليون متر مكعب سنوياً منها مليون متر مكعب للزراعة و 220 مليون متر مكعب للاستعمالات المنزلية و 50 مليون متر مكعب للاستعمالات الصناعية ، ويوجد عجز في المياه في الاستعمالات المنزلية يصل الى 25 % أي حوالي 55 مليون متر مكعب سنوياً .

لذلك لا بدّ من القيام بخطة شاملة للاستفادة من المياه الجوفية ووضع سياسة مائية تهدف الى عملية ضبط استخدام المياه بطريقة مثلى والعمل على صيانة شبكات المياه من أجل خفض الكميات المفقودة خلال هذه الشبكات ، كذلك يجب الاعتماد على مصادر مياه غير تقليدية مثل تحلية مياه البحر وتحلية المياه الجوفية للاستفادة من إعادة استعمال المياه المستصلحة واستخدامها في الري لتوفير المياه السطحية لاستخدامها لمياه الشرب ، كما يمكن الاستفادة من المياه المعالجة في الصناعة . وأرفق هنا جدولاً يبين نمو الاستهلاك لقطاع مياه الشرب في الأردن .

جدول (2 - 3)

السنة	نسبة النمو	الاحتياطات المائية (ملي متر مكعب / السنة)
1985 - 1986	9.5 %	134
1986 - 1987	11.9 %	150
1987 - 1988	9.3 %	164
1988 - 1989	8.0 %	177
1989 - 1990	6.0 %	188
1990 - 1995	5.0 %	240

تابع جدول (2 - 3)

الاحتياطات المائية (مليتر مكعب / السنة)	نسبة النمو	السنة
306	% 5.0	1995 - 2000
390	% 5.0	2000 - 2005

نمو الاستهلاك لقطاع مياه الشرب في الاردن [9]

ومن هنا نستنتج أن العالم أجمع يعاني من نقص في المياه فقد تضاغت احتياجات المياه ست مرات منذ عام 1990 ، وأن 20 % من سكان العالم لا يتوافر لديهم المياه النقية الحالية من الملوثات علماً أن المياه العذبة لا تشكل سوى 0.8 % من مقدار المياه في العالم الذي يقدر بـ 104 بليون كيلو متر مكعب منها 97.2 % مياه البحار والمحيطات و 1.8 % منها يوجد على شكل جليد وأصبحت هذه المياه مهددة بأخطار التلوث بفعل الأنشطة البشرية التي واكبها تقدم تكنولوجيا وصناعي حيث الملوثات الكيميائية والصناعية بمختلف أنواعها التي أثرت على نوعية المياه ، وأصبحت تفقد جزءاً كبيراً من صفاتها النقية مما أدى الى تغيير الطبيعة المائية من حيث اللون والطعم والرائحة ، إضافة الى قتل الحياة البيولوجية لكثير من الكائنات المائية كالأسماك والطيور وغيرها [18,30,39,46,64] .

إن التقدم الصناعي الذي شهدته الكثير من المجتمعات أدى الى إحداث خلل كبير في نوعية المياه ، نظراً للزيادة المستمر في الحاجة الى استعمالات المياه لإنتاج المواد الأساسية لحياة الانسان بشكلها المتطور والمستمر ، ولقد تمثل هذا الخلل في تلوث المياه بسبب إضافة المواد الضارة بتركيزات عالية من جراء تدخلات الانسان التي اشتملت على قذف الملوثات بكميات كبيرة من المخلفات الصناعية والأسمدة الكيماوية والنفايات المنزلية ومواد التنظيف ومساحيق الغسيل ، بالإضافة الى تلوث مياه البحر بالنفط حيث تتسرب من خلال حوادث ناقلات النفط ، وكل ذلك ساهم بشكل مدمر في إزهاق النظام البيولوجي للجسم المائي ، كما أن المياه تتلوث بالمعادن الثقيلة مثل الرصاص والزرنيخ والكاديوم وغيرها التي تترك آثاراً خطيرة على صحة الإنسان سيرد ذكرها فيما بعد ، بالإضافة الى تلوث المياه بالمواد العالقة والترسبات والأمطار الحامضية التي تتكون بسبب أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين عند

تفاعلها مع بخار الماء في الجو مكونة سحبا من الأمطار على شكل حامض الكبريتيك وحامض النيتريك ، وتساقط هذه الأمطار على مياه البحيرات والأنهار مسببة ارتفاعاً في حموضتها وتلوّثها ، وقد يؤدي ذلك الى انعدام الحياة المائية في قسم كبير منها كما حصل لكثير من المسطحات المائية من البحيرات الجميلة في أوروبا فأصبحت مئة من الناحية البيولوجية وتفوح منها روائح عفنة مثل بحيرة زيوريخ في سويسرا [4,18,22,30,155,158] .

بعد هذا العرض لواقع المياه عالمياً وعربياً ومحلياً ؛ كأهو المقصود بتلوث المياه ؟
لقد عرّف الخبراء في جنيف عام 1961 تلوث المياه بـ (يعتبر مجرى الماء ملوثاً عندما يتغير بشكل مباشر أو غير مباشر تركيب أو حالة مياه ذلك المجرى ، وذلك نتيجة عمل الانسان ، بمعنى أن تصبح تلك المياه أقل صلاحية منها في حالتها الطبيعية) . فمثلاً إن زيادة الحموضة في المياه يؤثر على سلوك الأسماك وحياتها وزيادة وجود التترات والفوسفات يؤدي الى وجود الهائمات النباتية (Plankton) . ويمكن أن يعرف التلوث المائي بأنه (عبارة عن أي تغيير يطرأ على العناصر الداخلة في تركيبه بطريقة مباشرة أو غير مباشرة نتيجة نشاط الإنسان الأمر الذي يجعل هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية أو للاستهلاك المنزلي والصناعة والزراعة) ، ومن هنا أكدت قوانين حماية المصادر المائية من التلوث على ضرورة بقاء المياه في حالة كيميائية وفيزيائية وحيوية لا تسبب نفوراً أو ضرراً للإنسان والنبات والحيوان .

وسيرد أهم ملوثات الماء التي تؤثر على نوعية المياه فيما بعد .

3-3 تلوث المياه بالمواد الكيميائية

إن للمواد الكيميائية العضوية التي تستخدم في مختلف الأنشطة الصناعية والزراعية والصحية والمنزلية تأثيراً كبيراً على المياه التي تنعكس على صحة الانسان وتلحق أضراراً كبيرة حيث ثبت أن بعضها مسؤول عن الإصابات بالعديد من أنواع السرطان ، كما أوضحت التحاليل الكيميائية الخاصة بالمياه الملوثة وجود ما لا يقل عن 30000 مركب تستخدم في مختلف الأنشطة الصناعية والزراعية وغيرهما ، أو بسبب تفاعل المواد الكيميائية بعضها مع بعض في المياه ومنها مركب ثنائي الفينيل عديد الكلورة Polychlorinated Diphenyl المستخدم في صناعة

المحولات الكهربائية والدهان والبلاستيك التي تتسرب الى المياه بعد أن تهترىء الأدوات والمواد التي دخلت في صناعتها وتغذف في أكوام النفايات ، فينحل ببطء في المياه ، ويتغلغل الى باطن الأرض أو يتسرب الى المجاري المائية أو أنه ينتشر عند حرق الفضلات هذه ، فيلوث الهواء الذي يعمل بدوره على إحداث تلوث المياه ولهذا المركب تأثير على صحة الإنسان حيث يسبب السرطان وأمراض الكبد [44,142,146] .

ويمكن تقسيم الكيماويات التي تؤثر على نوعية المياه وتؤدي الى تلوثها :

أ. الكيماويات الزراعية :

يزيد عدد الكيماويات المستخدمة في مكافحة الحشرات والقوارض على عدة مئات ، وهي تستعمل بخلطات تزيد على الألف خلطة وتشتمل على الهيدروكربونات الكلورية لمكافحة الحشرات ، وحوامض الكلوروفينوكسي لمكافحة العفن ، والفوسفات العضوية لمكافحة القوارض والديدان المجهرية ، وكلها تستخدم بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في تلوث المياه وإخلال التوازن في طبيعته [35,64,131,141,146] .

لقد كان للمبيدات Pesticides المستخدمة في الزراعة أثرها في هذا النوع من التلوث ، خاصة مركبات الكلور العضوية التي تتسرب الى المياه وتكون عاملاً رئيسياً في تلوثها وتؤدي الى القضاء على الكائنات الحية في المياه مثل الاسماك ، وتدهور الحياة المائية ، فمثلاً لقد أدى سقوط 100 كيلو غرام من مادة الاندوسلفات في نهر الراين الى موت 40000 مليون سمكة [55] .

ومن المبيدات الخطيرة على الانسان والبيئة مادة (داي كلورو داي فينل تري كلورو ايثان Dichloro Diphenyl Trichloro Ethane) التي تختصر بـ (D. D. T.) علماً أن خطورة هذا المركب تكمن في صفة الثبات الكيميائي في معظم الأحوال البيئية وتأثيره الباقي في البيئة ، وقد يتراكم في مراحل مختلفة من سلسلة الطعام [44,160] .

وتتوقف تراكيز D.D.T. في المياه السطحية على مستوياته في مياه الأمطار وفي التربة وعلى طبيعة التربة ، وقد وصل تركيز هذا المبيد في المياه السطحية في أمريكا عام 1968 الى 0.84 ميكروغرام / لتر ، ووصل الى 0.01 ميكروغرام / لتر في ألمانيا عام 1971 ، ونتيجة لتوقف إنتاج D.D.T. وعدم السماح باستعماله عالمياً

فإن التركيزات في مياه الشرب كانت أقل بكثير من 1 ميكروغرام / لتر ، وكانت التركيزات المتوسطة مشابهة للتركيزات الموجودة في مياه الأمطار التي عادة ما تكون بين $(6.6 \times 10^{-5} - 1.8 \times 10^{-5})$ ملغم / لتر [33] .

وقد ثبت أن المبيدات الزراعية تؤثر على الجهاز العصبي ، فمثلاً أن تأثير D.D.T. السام يقتصر بتأثيراته على أغشية الجهاز العصبي ، كما يتأثر الكبد بدرجة كبيرة إذ تسبب نخرًا بؤريًا لخلايا الكبد في الحيوانات ، وأن أكثر من 90 % من D.D.T. المخزون في جسم الإنسان مستمد من الطعام ، وحددت لجنة الخبراء المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية المعنية بمتقيات المبيدات Pesticide Residues الجرعة المقبولة يومياً بـ 1 % كأساس للقيم في مياه الشرب ، وبمقدار لا يتجاوز 0.005 ملغم من المبيد لكل كيلو غرام من وزن جسم الإنسان [33] .

وبين الجدول (3-3) الحدود المسموح بها لبعض المبيدات في مياه الشرب والحدود المسموح بتناولها كما حددتها منظمة الصحة العالمية :

جدول (3-3)

المبيد	الحد المسموح به في مياه الشرب (ميكروغرام / لتر)	الحد المسموح بتناوله يومياً من المبيد / كيلو غرام وزن
D. D. T.	1.00	0.005
الدين وديلدين	0.03	0.001
كلوردين	0.30	0.001
هكساكلوروبزين	0.01	-
هبتاكلور	0.10	0.005
لندين	3.00	0.01
ميثوكسي كلور	30.00	0.10
2,4 - D	100.00	0.30

الحدود المسموح بها لبعض المبيدات في مياه الشرب كما حددتها

منظمة الصحة العالمية (WHO)

وتبقى مخلفات المبيدات الزراعية في الأرض الزراعية لمدة طويلة تصل الى 20 عاماً وتتراكم عاماً بعد عام لتصل الى تركيزات عالية ، مما يشكل خطراً على البيئة وعلى مصادر المياه في حال تسربها بطريقة أو بأخرى [141] .

كما يؤدي استعمال الأسمدة الزراعية ومنها الأسمدة النيتروجينية الى زيادة تلوث المياه بالنترات (NO_3^-) والنيتريت (NO_2^-) الخطيرة على الكائنات الحية ، ولهذا السبب يحظر اليابانيون استعمال النترات كمادة مخصبة في حقول الزراعة .

ولاستعمال المخصبات النيتروجينية بشكل خاص التي تعمل على زيادة مستوى النترات في المياه الجوفية مخاطر كبيرة حيث تتحول أملاح النترات بواسطة بعض البكتيريا الى أملاح نائيريتية وبعض مصادر المياه والنبات وتنتج عن أكسدة النيتروجين العضوي بالجراثيم الموجودة في التربة والماء الذي يحتوي على قدر كافٍ من الاكسجين ، ومصدر النيتريتات أيضاً هو استعمالها كعوامل مؤكسدة في الصناعات الكيميائية وكمواد حافظة للأطعمة مما يؤدي الى زيادة تركيز هذه الأيونات (NO_3^-) و (NO_2^-) الخطيرة في المصادر المائية [148,154,188] .

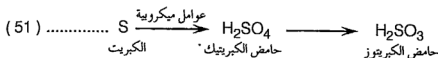
وتكمن خطورة النترات في حال وصول تركيزها في المياه الى أكثر من 10 ملغم / لتر حيث تتحول النترات الى النيتريت السام بواسطة بعض البكتيريا التي تتواجد في القناة الهضمية للأطفال ، ويتحد النيتريت (NO_2^-) مع هيموجلوبين الدم مما يؤدي الى ارتفاع نسبة الميثيموجلبين الذي يشكل في الوضع الطبيعي ما نسبته (1 - 2) % من الهيموجلبين .

وان ارتفاع نسبة الميثيموجلبين الى ما بين (30 - 40) % يقلل من قدرة الدم على حمل الاكسجين مما يسبب حالة الازرقاق الطفولي Infantile Mathaemoglobin Anaemia وبالتالي الاختناق فالموت بسبب نقص الحاد بكمية الاكسجين الضرورية لانسجة وخلايا الجسم [9,33,64] . وتؤدي مغالاة المزارعين في استعمال الاسمدة النيتروجينية الى تلوث المياه بالنترات التي تعتبر مسؤولة عن كثير من الإصابات بأمراض العضلة القلبية وظهور السرطان بأشكاله المختلفة .

كما تؤدي زيادة الأملاح الناتجة عن الأسمدة النيتروجينية والفسفورية الى حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي (Eutrophication) حيث تنمو الطحالب في تلك المياه إذا وصل تركيز النيتروجين الى 0.3 ملغم / لتر ، وفي حالة وصول تركيز

الفسفور اللاعضوي الى 0.1 ملغم / لترتاً يسبب النقص في الأكسجين المذاب في الماء وهذا يؤثر سلباً على نوعية الأحياء المائية [33,36,37,59] .

بالإضافة الى ما سبق ، فتؤثر الأسمدة الزراعية والمبيدات العضوية على البيئة المائية ، فمثلاً يتحول الكبريت نتيجة لعوامل ميكروبية الى حامض الكبريتيك التي تتحول بدورها لتعطي حامض الكبريتوز H_2SO_3 الأقل ضرراً على البيئة كما يبين ذلك التفاعل رقم (51) :



وهناك استعمال واسع للمبيدات العضوية والأسمدة الزراعية التي تحتوي على الكبريت ، فمثلاً تستعمل فرنسا وحدها ما يقارب 100000 طن من الكبريت في حقول الكرمة .

وبالنسبة لتأثير المتبقيات الزراعية على مصادر المياه في الأردن ، فقد أثبتت الدراسات أنها تسهم في زيادة نسبة النترات في مياه الشرب ، كما أن تأثير أنظمة التصريف يعتبر عاملاً مقلقاً لأن ارتفاع نسبة النترات يسبب مرض الازرقاق عند الأطفال - كما أثرت - للذين قد يمتصون النترات من مياه الشرب الناتج في الأساس عن تصريف المياه المتفقا الى الأودية أو إنسياب نواتج الحفر الامتصاصية الى المياه الجوفية ، ويبين الجدول رقم (4 - 3) تأثير حفر التسرب على الآبار والينابيع وتركيز النترات NO_3^- في عينات المياه في الأردن .

جدول (4 - 3)

المنطقة	اقل من 45 ملغم/لتر	(45 - 100) ملغم/لتر	اكثر من 100 ملغم/لتر
عمّان	0.0	92	8
البلقاء	30	63	7
الزرقاء	9.0	86	5
اربـد	12	88	0.0
المفرق	14	59	27
الكرـك	75	25	0.0

تابع جدول (4 - 3)

المنطقة	اقل من 45 ملغم/ لتر	(45 - 100) ملغم/ لتر	اكثر من 100 ملغم/ لتر
معان	78	22	0.0
الطفيلة	0.0	100	0.0

تركيز (NO_3^-) في عينات المياه في الاردن عام 1985 [9]

إن الاستعمال الخاطئ للتقنيات الحديثة من خلال استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية يؤدي الى تلوث مصادر المياه وأرفق هنا الجدول رقم (3-5) الذي يبين بعض المعلومات المتعلقة بكيفية استعمال أنواع مختارة من المبيدات وتركيزاتها الحرجة في مياه الري [71] .

جدول (3-5)

المادة	كيفية الاستعمال	طبيعة المادة	معدل الاستعمال	تركيز المادة في المياه عند ابرام عملية الري (ملغم / لتر)	أقل تركيز يتركز عند الحاصل (ملغم / لتر)	ملاحظات
أكرولين	بالماء	سائل ملاب	15 ملغم/لتر X 4 ساعات	0.1 - 10	إفناق أو ألام : فاصوليا 80 ، ذرة 60 ، فلفل 80 ، فول الصويا 20 ، فستق سكري 15	قنوات تصريفها 200 - 500 م ³ /ث تقلل من تركيز المادة إلى أقل حد مسافة 10 - 20 ميل .
			6.6 ملغم/لتر X 8 ساعات	0.02 - 0.4	الرش : ذرة 60 ، فول الصويا وفستق سكري 15	قنوات تصريفها 200 - 500 م ³ /ث تقلل التركيز إلى أقل حد مسافة 20 - 30 ميل .
			0.1 ملغم/لتر X 48 ساعات	0.05 - 0.1		قنوات تصريفها 1000 م ³ /ث تقلل التركيز إلى أقل حد مسافة 30 - 50 ميل .
Aromatic Solvont (Xylene)	يخلط مع الماء الجاري	بلمرات خفيفة من يتهايدريت	10-6 غارون/ قدم ³ / ث للصريف بين 60-30 قدم ³ / ث (300-750 ملغم/لتر)	700 أو أقل	القصة والعطن والجذر 1600 > القامول والقمح 1200 ، الذرة 3000 ، ذرة بيشاء 800 > ، بطاطا 1300	التركيز يقل سريعا من نقطة إلى أخرى ضمن 2 - 6 ميل ويؤثر على تقوية من 6 - 10 ميل .
كبريتات الصالحس	بالقنوات أو الحارات	بلمرات خفيفة من يتهايدريت	0.5-3.0 ملغم/لتر بصورة مستمرة وبمعدل 1/3 م ³ /ث بورد	0.04 - 0.8 في 10 ميل 0.8 - 9 ملغم/لتر	لوق التركيز المستعملة للأغلال	التركيز يقل سريعا مع المسافة .

تابع جدول (3-5)

ملاحظات	أقل تركيز يؤثر على الحاصل (ملغم / لتر)	تركيز المادة في المياه عند إجراء عملية الري (ملغم / لتر)	معدل الاستعمال	طبيعة المادة	كيفية الاستعمال	المادة
يجب الانتظار >25 يوم قبل استعمال الماء	ذرة وفول الصويا 25 شستدر سكري 25	مثل تركيز الملاح الصوديوم والبريتانيوم	0.5 - 2.5 ملغم/لتر	سائل	في القنوات	Dimethyl/ Amines
يجب الحذر من رشه على الماء فيسر يترش على الأذغال فقط	لويبا >3.5 الى 10 <	3-1 ملغم/لتر لتر بعد 5-2 / قبل من محل وضعه	1 - 4 بارند / ايكز	سائل يرش	اذغال حواف القنوات	2.4 D
يجب الانتظار على الأقل 3 اسبوع قبل استعمال الماء للري.	عنب 0.7 - 1.5	0.1 ملغم/لتر واقبل جمدة 3 اسابيع	1 - 4 بارند / ايكز	سائل يرش	للاذغال الطافية والناظفة	2.4 D
مسجل الكلفة الاذغال المائية في مياه راقدة عمله باويناكل 100 خلالون ماء . لا يستعمل الماء للري بماتا .	لا تتركز اري معلومات	لا تتركز اري معلومات	2 - 4 بارند / ايكز	سائل يرش	على معاري مياه التقيضان والقنوات والجوانات	سافكس
اصلي نتائج باخرة في مكانة اذغال حواف المجاري المائية .	ذرة 10 > ، شستدر سكري 10 <	لا تتركز سمومات	1 - 3 بارند / ايكز	سائل يرش او يشكل حبيبات	لكافة الاذغال في مساقط المياه	بكرورام

بعض المعلومات المتعلقة بكيفية استعمال انواع مختارة من مبيدات الاعشاب
وتركيبتها المخرج في مياه الري [17]

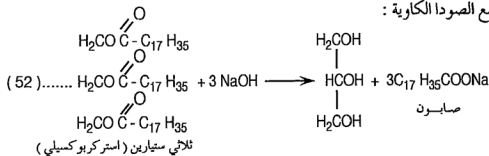
وخلاصة القول ، رغم أهمية المبيدات والأسمدة الزراعية إلا أنها خطيرة على صحة الانسان في نفس الوقت ، فمثلاً تعتبر مادة D.D.T. من المواد الصعبة التحلل فمقتنيات هذه المادة ما زالت حتى يومنا هذا في الأطعمة وفي الكائنات الحية وتتجمع في المواد الدهنية والكبد والدماغ لذلك تم حظر استعمال هذه المادة في الكثير من الدول .

كما تؤثر المبيدات على طعم المياه ورائحتها عند تلوثها ، وعندما يصل تركيزها الى 0.005 ملغم / لتر تظهر آثار الطعم غير المستساغ والرائحة غير المستحبة ، إضافة الى تأثيرها على الكائنات وذلك باكسابها طعماً غريباً مثل الأسماك والتقليل من قيمتها الاقتصادية [4,33] .

ب . المنظفات الكيميائية :

تعتبر المنظفات Detergents ومساحيق الغسيل ملوثاً رئيسياً للمياه حيث تمثل أكثر من 80 % من حاجة السوق العالمية الى مواد التنظيف ومنها سلفونات الالكيل البنزينية (A B S) ، وإن استعمال الفسفور في مياه المجاري المحتوية على مساحيق الغسيل يؤدي الى احداث انهيار في النظام البيولوجي للجسم المائي [64,148,150] .

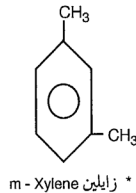
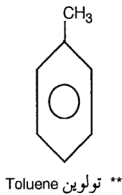
ويعدّ الصابون من أقدم المنظفات ، حيث يصنع من الزيوت أو الدهون أو الأسترات الكربوكسيلية بتفاعلها مع إحدى القلويات الكاوية مثل الصودا NaOH أو البوتاسا KOH ، كما تضاف المواد العطرية والملوّنة أثناء عملية التصنيع ، ويبين التفاعل (52) كيف يتم الحصول على الصابون من خلال تفاعل مركب ثلاثي ستيرين مع الصودا الكاوية :



ولقد دخلت المواد الكيميائية في صناعة هذه المنظفات وتركيبها مثل المركبات الفوسفاتية والمنشآت البترولية التي لها تأثير كبير على صحة الانسان إذا وصلت الى داخل الجسم وبعضها يعتبر من المسرطنات ، كما أدخل في تركيب بعض هذه المنظفات

أنزيمات عضوية تكونها الخلايا الحية لها القدرة على احداث مواد كيميائية عضوية أخرى ، وقد ظهرت أضرار واضحة للإنزيمات على الجلد بعد تكرار الاستخدام مما يؤدي الى حدوث اكزيما (Eczema) في اليد كما أثبت ذلك أخصائيو الأمراض الجلدية حيث أن الانزيمات تهاجم الطبقة الخارجية الميتة من الجلد ، إضافة الى ظهور حالات ربو (Asthma) وأمراض شبيهة بالأنفلونزا (Flu) نتجت عن استنشاق هواء محمل بتلك الأنزيمات .

وأدى كثرة استخدام المنظفات الى تلوث مياه الصرف التي تصل الى الانهار والبحار ، ويعود جزء من هذه المنظفات الى الانسان مع مياه الشرب خلال محطات التنقية لمياه الأنهار أو تحلية مياه البحر . وقدرت الكميات التي تصل الى الانسان في بريطانيا عام 1980 بـ 3 مليغرام مع مياه الشرب يومياً و 2 مليغرام يومياً مع الأكل والشرب نتيجة ما يتبقى بالآنية بعد غسلها بالمنظفات ثم شطفها بالماء ، كما أن المنظفات تستعمل في غسل الخضروات والفواكه حيث تتشرب أجزاء النباتات الخارجية في حالة المحاصيل الورقية كالسبانخ والخس كميات كبيرة من المنظفات يصعب التخلص منها بالشطف بعد ذلك ، كما أن مزيلات البقع مثل الزابيلين* والتولوين** وغيرهما من المذيبات العضوية التي لها سمية عالية تسبب أضراراً للكبد والكلى ، بالإضافة الى أن مركبات أحمر الشفاه تحتوي على مركب بيروكلورو ايثيلين Perchloro Ethylene ($Cl_2C = CCl_2$) أو ثالث كلوريد الايثان (CH_3CCl_3) الشديد السمية في التنظيف الجاف .



وتتلوث المياه بالمنظفات بسبب عدم قابلية المكوّن النشط الأساسي للمنظف على التحلل ، فالفاعل السطحي الكيل سلفونات البنزين * يتكسر بسهولة ويؤدي الى



* الكيل سلفونات البنزين

تكوين كميات كبيرة من الرغوة على أحواض معالجة مياه المجاري والأنهار وتصبح بذلك المياه ملوثة فتتراكم هذه المنظفات في الأجسام المائية وتؤثر على الكائنات الحية فيها ، ولذلك يبحث الصناعة عن منظفات قابلة للتحلل لتحل مكان المنظفات القديمة التي تسبب التلوث .

كما أن احتواء المنظفات على الفوسفور ، يقود الى مياه مغذية للنبات ومن ثم يؤدي الى ظاهرة الإثراء الغذائي بسبب زيادة تركيز الفوسفور في المياه الذي يتجاوز 0.1 ملغم / لتر ، مما ينعكس على نقص كمية الأكسجين المذاب في المياه فتتأثر بذلك الكائنات المائية [18,155,191] .

جـ . تلوث المياه بالفلزات الثقيلة :

تتلوث المياه أيضاً بالفلزات مثل الزئبق والكاديوم والرصاص والزرنيخ وغيرها التي تقذف في المياه مسببة تلوثاً لها وتترك آثاراً خطيرة على نوعية المياه .

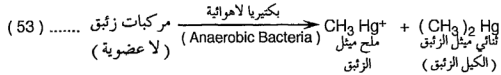
تلوث المياه بالزئبق (Mercury)

إن من طرق تسرب الزئبق الى البيئة المائية هو عمليات تعرية الصخور في جميع أنحاء العالم حيث تؤدي الى تسرب ما يقارب 200000 كيلو غرام من الزئبق في السنة وتكون معظم هذه الكمية في الأجسام المائية الطبيعية ، كما ان استهلاك كميات كبيرة من الفحم الحجري - حيث أثبتت الدراسات أنه يحتوي على مركبات الزئبق - يؤدي الى قذف كميات كبيرة من الزئبق ، ويقذف في أمريكا وحدها كميات من الزئبق تقدر بـ 60000 كيلو غراماً في السنة من مصدر الفحم الحجري فقط [44] .

ومن مظاهر تلوث البحيرات بالزئبق بحيرة ميتشغان في أمريكا التي قذفت فيها مصانع البلاستيك وحدها ما يقارب من 20000 كيلو غرام من الزئبق الذي يدخل في صناعة البلاستيك ، وإن أنهار الكرة الأرضية تصب في المحيطات نصف الانتاج العالمي من الزئبق أي ما يقارب 10 ملايين كيلو غرام سنوياً .

وتكون مستويات الزئبق في المياه العذبة أقل من 0.0002 ملغم / لتر ، أما في الأنهار والبحيرات التي تعرضت للتلوث الصناعي أو الكيميائي فقد تصل الى 0.3 ملغم / لتر . ووجد في المانيا مثلاً أن المياه تحتوي على تراكيز تتراوح ما بين (100 - 1800) نانوغرام / لتر في الأنهار في الوقت الذي حددت فيه منظمة الصحة العالمية (WHO) مقدار تركيز تلوث المياه بالزئبق بـ 0.001 ملغم / لتر [33] .

وتكمن خطورة الزئبق في أن مركبات الزئبق اللاعضوية تتحول الى الكيل الزئبق خاصة في الأوحال وفي قيعان الأنهار والبحيرات وغيرها من الأجسام المائية الراكدة بفعل البكتيريا اللاهوائية [44,173,186] .



وأن تراكم الكيل الزئبق في أنسجة دماغ الانسان أو الحيوان يحدث تأثيرات بالغة الخطورة ، ويبين الجدول رقم (6 - 3) تحولات مركبات الزئبق وملاحظات عن سميتها وطرق تحولها .

جدول (6 - 3)

طبيعة المركب الزئبقي	طريقة التحول الكيميائي	التأثيرات السامة
أريل الزئبق (مركب عضوي)	يتم التحول في الجسم او في البيئة الخارجية .	سامة إن وجدت بتراكيز كافية .
مركبات الزئبق (لا عضوية)	يتم التحول بواسطة احياء مجهرية نوعاً ما (بكتيريا لاهوائية في امعاء بعض الحيوانات او في البيئة) .	- سامة إن وجدت بتراكيز كافية . - تؤدي الى تخريبات في الكبد والكلية والدماغ . - فترة بقائها في الجسم صغيرة .

تابع جدول (6 - 3)

طبيعة المركب الزئبقي	طريقة التحول الكيميائي	التأثيرات السامة
الكيلات الزئبق (مركبات عضوية)	بكتيريا لا هوائية .	- تؤدي الى تخريبها لكافة الانسجة والاعضاء بما فيها الدماغ . - فترة بقائها طويلة .

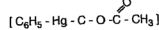
طرق تحولات مركبات الزئبق وسميتها [44]

ومن حوادث تلوث المياه بالزئبق حادث خليج ميناماتا الياباني ، فقد تسبب 111 شخصاً توفي منهم 46 شخصاً بعد تناولهم للأسماك التي تركزت فيها كميات من الزئبق تراوح تركيزها في المياه بين (1.6 - 3.6) ميكروغرام / لتر [44] علماً أن الحد المسموح به لتركيز الزئبق في البحار هو 0.1 ميكروغرام / لتر [33] .

وقد تسببت مركبات الزئبق * العضوية التي تستعمل كمادة معقّرة لقتل الاحياء المجهرية غير المرغوب بالكثير من حوادث التسمم في العديد من الدول ومنها حادث التسمم بالزئبق في العراق عام 1971 الذي أدى الى وفاة 500 شخص وإصابة 700 نتيجة الاستخدام المباشر في الاستهلاك للبذور المعاملة بالزئبق التي تستخدم بالزراعة [11,44] ، ومنها ما حصل في السويد في أوائل الستينات ، فقد أدى استعمال بذور معقّرة بمركبات الزئبق الى موت العديد من الطيور ، كما منعت السلطات الصحية السوديّة عام 1967 صيد الأسماك وبيعه من حوالي 40 نهراً وبحيرة حيث استعمل أحد المركبات الزئبقية العضوية لمنع نمو الاشنات في الأحواض المائية التي تحفظ فيها جذور الأشجار [44] .

إن التسمم بالزئبق يترك تأثيرات تأخذ شكل الإضطرابات العصبية والكلوية التي ترتبط بمركبات الزئبق العضوية منها وغير العضوية 79,82,148,167 [173] .

* من المركبات الزئبق العضوية التي تستخدم في تعفير البلور مركب (PAM) او غلات قبل الزئبق



تلوث المياه بالكاديوم (Cadmium)

يتأثر ذوبان الكاديوم باختلاف طبيعة مصدر وحموضة الماء ، وعادة ما تكون مستويات الكاديوم منخفضة في إمدادات المياه كما تقتزن المستويات المرتفعة منه في مياه الحفريات بتركيبات المواسير المطلية ومواد شبكات المواسير المجلفنة ، ويدخل الكاديوم في صناعة البلاستيك والأصباغ والطلاء الكهربائي وينتقل بواسطة مياه الري الآتية من الأنهار فيتراكم في المنتجات الزراعية وخاصة الأرز الذي يعتبر مصدراً غذائياً رئيسياً في الكثير من دول العالم ، ويشكل تراكمه خطورة كبيرة على صحة الانسان حيث أن للكاديوم تأثيراً على العظام يؤدي الى إضمحلالها تدريجياً [33,148,173]. كما أن هذه العظام تتعرض للكسر على أثر هزات ضعيفة مثل السعال ، وتعرف هذه الحالة بـ (ايتاي ايتاي) التي توفي بسببها 100 حالة في اليابان عام 1965 [33,148,173] .

وتحتوي المياه الصالحة للشرب عادة على تراكيز منخفضة جداً من الكاديوم تكون أقل من 1 ميكروغرام / لتر، كما حددت منظمة الصحة العالمية حد تلوث المياه بالكاديوم بـ 0.005 ملغم / لتر [33] ، ويبلغ متوسط تركيز الكاديوم في مياه الأنهار والبحيرات حوالي 9.5 ميكروغرام / لتر في أمريكا ، وقد كانت أقل نسبة في أنهار المسيسيبي وميسوري وأعلى نسبة 50 ميكروغرام / لتر في بحيرة ايري Erie . ويتراوح تركيز الكاديوم في مياه الشرب ما بين (0.12 - 11.2) ميكروغرام / لتر ، ويرتفع تركيز الكاديوم في المياه الجوفية أكثر من مياه الشرب [33,84,173] .

وبين الجدول (3-7) الحدود المسموح بها لبعض المعادن الثقيلة في مياه الشرب كما حددتها منظمة الصحة العالمية .

جدول (3 - 7)

المكونات غير العضوية	الحد المسموح به (ملغم / لتر)
الرصاص	0.05
الكاديوم	0.005
الكلوروم	0.005
الزئبق	0.001
الفلوريد	1.5

تابع جدول (7 - 3)

المكونات غير العضوية	الحد المسموح به (ملغم / لتر)
السيانيد	0.1
التترات	10.0

الحدود المسموح بها لتركيزات بعض المكونات غير العضوية في مياه الشرب كما حدده منظمة الصحة WHO (مصادر متعددة)

تلوث المياه بالرصاص (Lead)

المصدر الرئيس لتلوث المياه بالرصاص هو الدخان المتصاعد من السيارات الذي يصل الى مصادر المياه بواسطة الهواء ، بالاضافة الى ما تنتجه المصانع من مخلفات تحتوي على الرصاص التي قد تصل الى المياه بطريقة او باخرى [5,30,84,146,148, 165,173] .

وللرصاص تأثير سام على صحة الانسان ويتسبب في سمية الاحياء المائية ، وقد اشرت في موضع سابق الى المخاطر الكبيرة للتلوث بالرصاص الذي يؤدي الى اختلال عمل الكلية والتخلف العقلي والشلل الدماغي وتعطيل عمل الانزيمات وغيرها من المخاطر على الانسان والبيئة .

والحد المسموح به لتلوث المياه بالرصاص هو 0.05 ملغم / لتر كما هو مبين في الجدول رقم (7 - 3) . ووجد ان معدل تركيز الرصاص في مياه الامطار 40 ميكرو غرام / لتر ، ويحتوي الضباب على 300 ميكروغرام / لتر من المياه المركزة ، وقد تعدت نسبة المحيطات من الرصاص خلال خمسين سنة من 0.01 ميكروغرام / م³ الى 0.07 ميكروغرام / م³ .

وهناك الكثير من مصادر المياه التي اصبحت ملوثة بالرصاص نتيجة وصول الرصاص اليها من خلال المصانع والبتروكيماويات وغيرها ، حيث بينت الدراسات في المياه السطحية للمحيطات ان تركيز الرصاص يتراوح ما بين (0.02 - 0.35) ملغم / لتر اي اكثر 1000 مرة من التركيزات في المياه العذبة السطحية [33,39,84] .

وعُرفت الجرعات العالية من الرصاص بأنها سمّ استقلابي تراكمي عام ، ومن اعراض التسمم - بالإضافة الى ماذكرت سابقا - التعب والانهاك والتوعلك البطنى البسيط والتهيج وفقر الدم اذا وصلت مستويات الرصاص فى دم الاطفال الى اكثر من 400 ميكروغرام / لتر [33,167] .

تلوث المياه بالزرنيخ (Arsenic)

يسهم الزرنيخ فى تلوث المياه حيث يصل الى مياه الشرب من خلال النفايات الصناعية ، كما أن عدداً كبيراً من امدادات المياه تحتوي على مستوى قليل حوالى 10 ميكروغرام / لتر ، ويوجد الزرنيخ على شكل مركب عضوي او غير عضوي ، وتعتمد سميته على الشكل الكيميائي والفيزيائي للمركب ، وان التسمم الحاد بالزرنيخ يؤدي الى اصابة الجهاز العصبي المركزي ، وتؤدي الجرعات التي يتراوح تركيزها بين (180 - 170) ملليغرام / لتر الى الوفاة ، ويمكن ان يصاب الجهاز الهضمي والتنفسي والجلد باصابات شديدة ، كما يؤدي الى حدوث اورام خبيثة فى الاعضاء الحيوية ، ووجد ان السرطان الجلدي فى بعض القرى الصينية كان سببه مياه الشرب من آبار تحتوي على تراكيز متوسطة من الزرنيخ تبلغ 0.5 ملغم / لتر [22,31,33,39,145,148,173] .

كما ان العديد من الفلزات الاخرى لها تأثير سمي على الكائنات البحرية فى حال تلوث المياه ، ويمكن ترتيب هذه المعادن حسب سميتها كما يلي :

الزئبق (Hg) < الفضة (Ag) < النحاس (Cu) < الزنك (Zn) < النيكل (Ni) < الرصاص (Pb) < القصدير (Sn) < الكروم (Cr) < الحديد (Fe) < المنغنيز (Mn) < الألمنيوم (Al) < البريليوم (Be) < الليثيوم (Li) .

وبسبب هذه الملوثات من الفلزات وغيرها من الملوثات الاخرى التي تلقى فى مياه البحار تحولت بعض البحار الى مقبرة للأسماك فمثلاً أصبحت الكائنات البحرية فى البحر الابيض المتوسط تغادر الحياة [11,126] ، لان هناك 120 مدينة تصرف مجاريها ، وتلقى بنفاياتها ومخلفات مصانعها ، ويبين الجدول (8 - 3) كمية الملوثات من الفلزات وغيرها التي تلقى فى البحر الابيض المتوسط سنوياً كما جاء فى برنامج الامم المتحدة للبيئة عام 1985 [11,92,148] .

جدول (3 - 8)

الملوثات	الكمية مقدره بالطن
الزئبق (Hg)	1000
الكروم (Cr)	2,400
الرصاص (Pb)	3,800
الزنك (Zn)	21,000
الزيوت المعدنية	120,000
الفسفور (P)	420,000
النيتروجين (N)	800,000
الفينول	120,000
المنظفات الصناعية	6000

كمية الملوثات التي تلقى في البحر الابيض المتوسط كما جاء في تقرير برنامج الامم المتحدة للبيئة عام 1985 [11,92,148]

وليس هذا هو حال البحر الابيض المتوسط وحده ، فهناك بحر الشمال وبحر البلطيق ، وكذلك انهار الراين والتييز والسين ومعظم الخليجان والبحيرات حيث لم تعد الكائنات البحرية صالحة للاستهلاك البشري بسبب تراكم الفلزات في مكوناتها الغذائية ، مما أدى الى امراض الفشل الكلوي وتليف المخ والتهاب الاعصاب . [30,33,148,155] .

تلوث المياه بالاسبست (Asbestos)

يدخل الاسبست الى المياه الطبيعية عن طريق اذابة المعادن والمواد المحتوية على الاسبست ومن مخلفات الصناعة ، كما يوجد في امدادات المياه المنزلية ، ووجد ان محتوى الاسبست في مياه نهر اوتاروا في كندا غير المعالجة تصل الى (مليون ليفة / لتر) ، وأجريت دراسات على مواسير اسمنت الاسبست ومياه الشرب وعلاقتها بحدوث السرطان ، الا أن هذه الدراسات لم تؤكد ذلك ، ولكن هناك فرضيات اقترحت ان الياف الاسبست المتناولة تسبب السرطان ولا يمكن استبعادها ، كما أن هناك دراسات أكدت أن استنشاق الاسبست يؤدي الى سرطان المعدة والامعاء

والجهاز الهضمي [14,33,165,167,181,182] .

4 - 3 تلوث المياه بالنفايات الصلبة

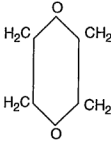
إن المياه السطحية أكثر عرضة للتلوث الناتج عن الفضلات ومياه المجاري التي تعمل على إحداث تغيير في الصفات الكيميائية والعضوية للمياه السطحية، خصوصاً إذا احتوت الفضلات على الملوثات الناتجة عن الصناعات الكيميائية والاستعمالات المنزلية مثل المنظفات وفضلات المستشفيات التي تحتوي على عوامل ممرضة (Pathogenic)، مما يؤدي إلى زيادة نشاط البكتيريا التي تساعد بدورها على تفكيك الفضلات العضوية إلى مواد عضوية سامة للأحياء المائية مثل الفينولات .

ويؤدي عدم معاملة فضلات المجاري المنزلية إلى تلوث البيئة المائية ، وذلك من خلال طرحها لمكوناتها المختلفة إلى المسطحات المائية التي تشتمل على المواد العضوية وغير العضوية ، وتعمل على استهلاك الأكسجين المذاب في الماء نتيجة تفاعلات المواد العضوية وتفكيكها مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ، حيث وجد أن كل 110 غرام من المادة العضوية يحتاج إلى 54 غرام من الأكسجين ، وتشتمل أيضاً على المواد المترسبة العضوية وغير العضوية وتوجد من ضمنها مواد لا تتحلل بسرعة ومنها ما يكون ساماً ، كما تحتوي هذه الفضلات على الأملاح المعدنية مثل المواد النيتروجينية والفوسفورية فتصبح المياه غير صالحة للشرب في حالة زيادة نسبة التترات بتركيز عالية في مياه الشرب . وقد حددت منظمة الصحة العالمية WHO هذا الحد بـ 11.3 ملغم / لتر ، كما حددت مؤسسة الصحة الأمريكية التركيز الضار للترات NO_3^- بـ 10 ملغم / لتر .

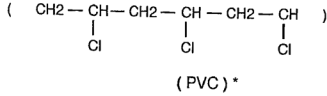
والخلفات الناتجة من المنازل ليست بالقليلة حيث قدر ما يجمع من قمامة بما يعادل 500 غراماً من الخلفات المنزلية عن كل فرد يومياً ، ويمكن الاستفادة منها بعد فصل مكونات القمامة إلى أنواع مختلفة (مخلفات ورقية ، مخلفات زجاجية ، مخلفات معدنية ، مخلفات بلاستيكية ومخلفات عضوية) [9,13,20] .

ومن الممكن تحويل هذه الخلفات إلى المصانع لإعادة استخدامها ، ولا ينصح التخلص من بعض أنواع النفايات عن طريق الحرق مثل المواد البلاستيكية التي تحتوي

كلوريد عديد الفينيل * (PVC) Poly Vinyl Chloride الذي ينتج عنه مادة الديوكسان ** Dioxane الشديدة السمية والمسرطنة .

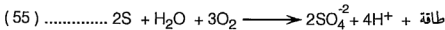
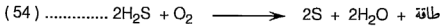


1,4 - Dioxane **



وقد ثبت وجود آثار لمركبات (PVC) عندما نفق عشرة آلاف طائر في البحر الأيرلندي عام 1969 نتيجة تغذية الطيور على سمك ملوث بمركبات (PVC)، هذا بالإضافة الى ما تقذفه المصانع المنتشرة على ضفاف البحيرات والأنهار حيث ترسبت هذه الملوثات في قاع البحيرات مما تركت تأثيراً على الحياة المائية فيها منذ أكثر من ستين عاماً وأدت هذه المخلفات الى القضاء المبرم على الحياة المائية في الكثير من البحيرات والأنهار .

وتتلوث المياه بكبريتيد الهيدروجين السام (H_2S) عن طريق قذف المخلفات الصناعية في المياه ، مما يؤثر على أحداث مشكلات تتعلق بالطعم والرائحة في مياه الشرب ، ولكبريتيد الهيدروجين تأثير على صحة الانسان حيث يتحول الى كبريتيد قلوي في الدم والأنسجة ، ويتم إفراغ الكبريت عن طريق الكليتين والرثتين ، كما انه يتأكسد بواسطة عدد من البكتيريا المسماة بالبكتيريا الكبريتية عديمة اللون Colourless Sulfur Bacteria كما يبين ذلك التفاعل (54) و (55) .



وتشبه رائحة كبريتيد الهيدروجين رائحة البيض الفاسد ، وحددت منظمة الصحة العالمية عتبيتي* الطعم والرائحة في محلول كبريتيد الهيدروجين ما بين (0.05 - 0.1) ملغم / لتر ، وان تكون غاز H_2S في المياه المعرضة للتلوث بالكبريت ينشط الديناميكية الحرارية في الوسط الحامضي ($PH < 7$) .

كما تحدث المواد الملوثة الناتجة عن المصانع تأثيرات متنوعة على الحياة المائية فقد تكون سامة بطريقة او باخرى ، ويبين الجدول رقم (9 - 3) تأثيرات المواد الضارة التي تؤثر على الاسماك في حال وصول هذه الملوثات الى المياه [31] .

جدول (9 - 3)

المادة الضارة بالاسماك	الجرعة المحدودة (ملغم / لتر)		جرعة الحد الأدنى القاتلة (ملغم / لتر)	
	في المياه العذبة	في المياه الكلسية	في المياه العذبة	في المياه الكلسية
حامض الهيدروكلوريك HCl	3	50 - 150	5	200
حامض النتريك HNO_3	-	200	-	750
كبريتيد الهيدروجين H_2S	0.2 - 1.0	-	2 - 5	-
ثاني اكسيد الكبريت SO_2	0.5	-	1	-
الامونيا NH_3	5 - 10	10 - 17	14	26
هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$	متنوع	-	-	70
كلوريد البوتاسيوم $CaCl_2$	10	-	-	30
هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	28	-	56	-
هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$	20 - 50	-	400	96
كربونات الصوديوم Na_2CO_3	-	-	250	300
كبريتات الصوديوم Na_2SO_4	-	-	1000	-

* يقصد بـ (العتبة Threshold : مستوى الجرعة او التركيز بين الحد الأدنى والحد الأعلى المسموح به لاحدى المواد الكيميائية او محاليلها التي حددتها الجهات المختصة مثل منظمة الصحة العالمية ، وان تجاوز هذا المستوى من التركيز يؤدي الى مخاطر كبيرة على صحة الانسان وعلى سبيل المثال ان عتبة الطعم لمحلول كبريتيد الهيدروجين في الماء تتراوح ما بين (0.05 - 0.1) ملغم / لتر .

تابع جدول (9 - 3)

المادة الضارة بالاسماك	الجرعة المحدودة (ملغم / لتر)		جرعة الحد الأدنى القاتلة (ملغم / لتر)	
	في المياه العذبة	في المياه الكلسية	في المياه العذبة	في المياه الكلسية
كبريتيد الصوديوم Na_2S	0.8	-	40	50
كبريتات النحاس $CuSO_4$	2.5	50	25	100
كلوريد الحديدوز (II) $FeCl_2$	-	500	500	1000
كلوريد الحديدك (III) $FeCl_3$	250	100	-	500
كبريتات الحديد $FeSO_4$	300	100	250	1000
الفينولات C_6H_5OH	-	1	-	10
الزرنيخ As	-	-	0.25	-
دايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$	0.1	-	0.5	-

المواد الضارة والمسمّمة للأسماك [31]

وان طرح فضلات المدن ومخلفاتها له تأثير خطير لما يسببه من نقص كبير في الاكسجين المذاب في المياه ، وفي الحالات التي ينفذ فيها الاكسجين بصورة كلية فان نشاط البكتيريا الهوائية في تحليل هذه المخلفات سيتوقف [44,51] .

ويعتبر الاكسجين المذاب في الماء (Dissolved Oxygen) ضرورياً لاستمرارية حياة ونشاط الكائنات الحية المائية والهوائية ، ويتوقف بقاء هذه الاحياء على قابلية الجسم المائي لتزويد الكائنات بالحد الأدنى من الاكسجين المذاب . وتحتاج الاسماك النسبة العليا من الاكسجين المذاب حيث تتراوح ما بين (9 - 5) ملغم اكسجين/ لتر تحت درجة حرارة (20) مئوية ، وفي حالة وجود نقص في تركيز الاكسجين فان ذلك يؤدي الى نقص في كمية الغذاء التي تتناولها الاسماك وبالتالي تعرضها للامراض والآفات [30,44,84] .

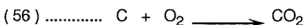
وتعتمد درجة اشباع الماء بالاكسجين المذاب على درجة الحرارة وعلى الارتفاع عن مستوى سطح البحر حيث يكون التركيز أعلى ما يمكن عند مستوى

سطح البحر ويقل كلما ازداد الارتفاع عن مستوى سطح البحر فمثلاً يكون تركيز (D. O.) عند الأشباع 9.1 ملغم / لتر في درجة (20) مئوية عند مستوى سطح البحر ، في حين ينخفض تركيز الاكسجين المذاب الى 7.4 ملغم / لتر في درجة حرارة (20) مئوية عند ارتفاع 6000 قدم عن مستوى سطح البحر [44] .

كما وتعتمد كمية الاكسجين المذاب على درجة تركيز غاز الاكسجين الملامس لسطح الماء وعلى درجة تلوث المياه بالمواد العضوية التي تستهلك كميات كبيرة من الاكسجين عند تحللها هوائياً [85] .

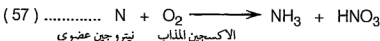
ان الفضلات الغذائية من المنازل ، وفضلات المياه من مصادرها المختلفة كالزراع ومحلات بيع الخضار والفواكه غالباً ما تحتوي على مواد عضوية مما يؤدي الى انخفاض مستويات الاكسجين المذاب من قبل البكتيريا الهوائية التي تقوم بتحليل المواد العضوية المذابة الى عواملها الأولية ، ولذلك يمكن ربط درجة تلوث المياه بالمواد العضوية بدرجة استهلاك الاكسجين المذاب [18,30,39,44] .

وتشتمل المواد العضوية بشكل رئيس على الكربون الذي يتفاعل مع الاكسجين المذاب ، كما يبين ذلك التفاعل رقم (56) .

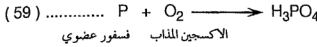
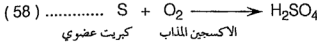


ونستنتج من هذا التفاعل ان 12 غراماً من الكربون* يتطلب 32 غراماً من الاكسجين** المذاب لتأكسدها بصورة كاملة الى غاز ثاني أكسيد الكربون ، وهذه الكمية المستهلكة من الاكسجين المذاب تعتبر عالية جداً وتؤثر على نوعية المياه وتلوثها بشكل كبير عند قذف الفضلات العضوية فيها ، مما يهدد الكائنات الحية في الجسم المائي بالخطر والموت بسبب نقص كمية الاكسجين المذاب الضروري لادامة حياة هذه الكائنات .

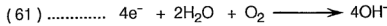
ومن اهم العناصر التي تدخل في تركيب المواد العضوية النيتروجين (N) والكبريت (S) والفوسفور (P) حيث تدخل في تفاعلات التحلل الذي تسببه البكتيريا الهوائية (Aerobic Bacteria) .



* الوزن الذري للكربون يعادل 12 غراماً .
** الوزن الجزيئي للاكسجين يعادل 32 غراماً تقريباً .



وبسبب عمليات التآكل Corrosion بالنسبة لتمديدات المياه ، فان مستوى الاكسجين الذائب في الماء يقل ، ومثلاً إن تآكل الحديد يحتاج الى كمية قليلة من الاكسجين .



وهكذا يمكن ان تنخفض كمية الاكسجين الذائب دون اي زيادة واضحة في تركيز الحديد في الماء ، وعلى العكس قد يظهر المحتوى على مستويات عالية من الحديد كنتيجة للتآكل البسيط من استنفاذ مستوى الاكسجين الذائب ، وكثيراً ما يؤدي استنفاذ 80 % من الاكسجين الذائب الى تغيير في طعم الماء ورائحته ولونه .

لذلك يوصى بضرورة احتواء الماء في شبكة التوزيع على مقدار كاف من الاكسجين الذائب ، غير انه من الصعب التوصية بقيمة محددة ، نظراً لان المكونات الاخرى في الماء تؤثر على المستوى المقبول [33,39,51] ، كما ينتج المليونير الواحد من الاكسجين في اللتر 3.5 ملغم من الحديدوز حيث يحدث تآكل مع تغير ملموس في مقدار الاكسجين الذائب .

وتعتمد كمية الاكسجين المذاب في الماء على درجة حرارة الماء وتركيز الاملاح الذائبة (الملوحة Salinity) والضغط الجزئي للغاز في الجو الذي يكون في حالة تماس مع الماء ، وتقدر كمية ذائبة الاكسجين في الماء بما يقارب 20 ملغم / لتر . ولم يتوقف خطر تلوث المياه عند هذا الحد ، بل ان الاستمرار في نقص كمية الاكسجين المذاب قد يؤدي الى خفض مستوياته الى درجة خطيرة مما يهيء الظروف لنمو البكتيريا اللاهوائية Anaerobic Bacteria التي تقوم بتحليل المواد العضوية الموجودة في الفضلات وينتج عنها غازات سامة لها رائحة كريهة تشكل خطراً على البيئة المائية والانسان ، وتبين التفاعلات الكيميائية التالية تفاعلات التحلل البكتيري اللاهوائي :

- (62) C \longrightarrow CH₄
غاز الميثان
- (63) N \longrightarrow NH₄ + Amines
أمونيا الأمينات
- (64) S \longrightarrow H₂S
كبريتيد الهيدروجين
- (65) P \longrightarrow PH₃ + مركبات فوسفورية أخرى
فوسفين

وإذا استنفذ الأكسجين في تمديدات المياه تبدأ عمليات التآكل اللاهوائية متضمنه الجراثيم المختزلة للكبريتات التي قد تكون موجودة ومن ثم تختزل الكبريتات الى كبريتيد كما يوضحه التفعلان (58) و (64) .

ولقياس درجة استهلاك الأكسجين المذاب في المياه تستعمل طريقة الأكسجين المستهلك حيويًا (BOD) Biochemical Oxygen Demand التي تعتمد على نوعية وكمية الكائنات الحية الدقيقة في المياه وعلى نوعية المواد العضوية المعرضة للتحلل التي تحتويها المياه وعلى كمية الأكسجين المذابة في المياه ، بالإضافة الى درجة حرارة المياه والرقم الهيدروجيني (PH) الذي يفضل ان تتراوح قيمته بين (8 - 6) ، وعلى مدى توافر المواد السامة او المعيقة لعملية التحلل [18,44,85] .

وتتلخص هذه الطريقة باعطاء كمية الأكسجين المستهلكة حيويًا من قبل الكائنات الحية الدقيقة المحللة هوائيًا تحت درجة حرارة 20 مئوية ، ويقاس الأكسجين المستهلك حيويًا بعد 24 ساعة او 48 ساعة او حتى بعد 20 يوم حضانة حسب الحاجة، وتعطي هذه الطريقة (BOD) مؤشراً جيداً على تلوث المياه بالمواد العضوية ، الا ان اجراء هذه الطريقة يحتاج الى وقت طويل ولا تكون ذات دقة عالية عند إعدادتها [30,44,85] .

لذلك تستعمل طريقة اخرى لقياس درجة استهلاك الأكسجين المذاب في المياه تسمى طريقة الاحتياج الكيميائي (C. O. D.)، Chemical Oxygen Demand، ويتم التعويض في هذه الطريقة عن البكتيريا في عملية التأكسد بعوامل كيميائية مؤكسدة قوية مثل دايكرومات البوتاسيوم K₂Cr₂O₇ في حامض الكبريتيك H₂SO₄ حيث يتم التأكسد بسرعة لا تزيد عن ساعتين [18,44,85] ، ويتم قياس كمية CO₂ الناتجة من التأكسد او قياس كمية K₂Cr₂O₇ المستنفذة في التأكسد ، كما يتم ربط هذه

القيم مع كمية المادة العضوية الموجودة في المياه .

وما يميز طريقة (C.O.D.) عن طريقة (B. O. D.) أن الاولى يتأكسد فيها جميع المواد العضوية بشكل تام في حين أن طريقة (B. O. D.) عاجزة عن الاكسدة التامة. لبعض المركبات العضوية المذابة ممّا يجعل قيم (C.O.D.) أعلى من قيم (B. O. D.) [18,44,85] .

وهناك طريقة ثالثة تستخدم لقياس كمية الاكسجين المذاب (D. O.) هي طريقة تحليل الكربون العضوي الكلي (Total Organic -Carbon Analysis (TOC)، التي تلخص في تحويل جميع الكربون في المواد العضوية الى غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2 عن طريق حرق تام للمادة العضوية عند درجة حرارة عالية تتراوح ما بين (900 - 1000) درجة مئوية وبوجود عوامل مساعدة Catalysts ملائمة ، وتوجد الآن أجهزة قياس ال TOC ذاتية التسجيل حيث تستخدم في مختبرات القياسات النوعية للمياه [18,44,85] .

ويبين الجدول رقم (10 - 3) قياس كمية الاكسجين المذاب بطريقة ال (B. O. D.) لمياه الأنهار .

جدول (10 - 3)

تصنيف الأنهار	B. O. D. (ميلغرام بالتر) أو جزء بالمليون من الاوكسجين المذاب المتص في خمسة أيام
نظيف جداً	1.0
نظيف	2.0
نظيف الى حد ما	3.0
مشكوك في نظافته	4.0
رديء	5.0

كمية الاكسجين المذاب بطريقة B. O. D. [30]

إن القاء مخلفات المجاري والتلوث الغائطي « التبرز » في المياه يؤدي الى تلويثها بالطفيليات التي تسبب مرض البلهارسيا حيث تدخل الى الجسم اثناء الشرب من مياه ملوثة ، وقد ثبت ان اكثر المصابين بمرض البلهارسيا معرضون للإصابة بسرطان المثانة وحصى المثانة والحالب وتليف الكبد وتضخم الطحال ، وقدرت الاحصائيات موت 200 مليون انسان بسبب مرض البلهارسيا ، وهناك 600 مليون في طريقهم الى الموت بسبب هذا المرض الناتج عن تلوث المياه في العالم ، كما أن الاسهال Diarrhoea الذي تسببه البكتيريا والفيروسات والطفيليات يقضي على 6 ملايين شخص سنوياً في العالم ، بالإضافة الى أن ارتفاع نسبة الفطريات في مياه الشرب بكمية تزيد عن 1 ملغم / لتر يؤدي الى امراض الاسنان والمعدة [148] .

كما تؤدي مياه المجاري عند اختلاطها بمياه الشرب الى انتشار طفيل الدودة الكبدية التي تصيب الكبد وتسبب اعراض المغص الكبدية مع حدوث سعال وقىء وآلام في الامعاء وقد تصل الدودة الكبدية الى الدورة الدموية لتصل الى القلب والرئتين ، ومن الطفيليات التي تصل الى امعاء الانسان عن طريق مياه الشرب « أنتميا هستوليتكا » الذي يسبب الدزنتاريا الاميبية .

إن الجراثيم الممرضة التي تنشط بسبب تلوث المياه تكون ذات خطورة على صحة الانسان ، فهناك انواع من الأحياء المجهرية التي تنتقل بواسطة المياه وتصيب الجهاز الهضمي مثل جراثيم شلل الاطفال والزحار المعوي وغيرها ، والاتصال بهذه الميكروبات يتم خلال الشرب او من خلال الفعاليات ذات العلاقة بالماء .

والنفايات التي تكثر في البحار والمحيطات تكون بطيئة التحلل نتيجة الظروف البيئية الصعبة ، حيث ان متوسط درجة الحرارة في اعماق البحار والمحيطات يقترب من الدرجة المئوية ، وعندها توشك أنشطة الميكروبات ان تتوقف ، لهذا تكون النفايات وكأنها محفوظة في ثلاجات طبيعية بمعزل عن الميكروبات مما يحفظها من التحلل . ووفق تقارير العلماء ان بحر الشمال يستقبل سنوياً 1.6 مليون طن من النفايات مما يجعله في عداد البحار الممتلئة ، وان الدراسات التي أجريت على البحر الابيض المتوسط تدل على أن هذا البحر قد ماتت احيائه عند شواطئه . برشلونه ، كما ان 100000 كيلو متر من بحر البلطيق ميتة حيث تحللت حيواناته وتعفنت ، وأن بحيرة ميتشغان بحاجة الى 500 سنة من التوقف في صبب النفايات فيها حتى تستطيع تجديد نقاوتها [30,85,126,148] .

ويرتبط تلوث المياه الجوفية كذلك بدرجة وصول الفضلات التي تتسرب الى التربة حتى يصل منسوب المياه الجوفية ، ويعتمد ما يقارب 50 مليون نسمة في امريكا على نظم الخزانات الصحية Septic Tank في التخلص من تلوثها بترشيح المياه المتدفقة اثناء مرورها الى اسفل داخل التربة ، وهذا لا يكفي احياناً ، حيث يمكن ان تلوث المياه الجوفية مما يسبب الالتهابات الكبدية Hepatitis التي انتشرت بهذه الطريقة عندما يشرب الانسان من المياه الجوفية [32,64] .

واذكر هنا ، أن نسبة التلوث البكتيري لمياه الشرب الذي يسبب امراضاً وبائية مثل الكوليرا والتيفوئيد والتهاب الكبد وصلت في العراق نتيجة حرب الخليج الثانية عام 1991 الى 41.7 % بسبب حصول انسدادات في شبكات مياه المجاري وكسور في الانابيب ، وبسبب طرح الفضلات والمياه الصناعية غير المعالجة الى الانهار مما أدى الى تكوين 2701 مستنقع بسبب هبوط كفاءة منظومات التصريف وارتفاع مستوى المياه الجوفية ، وهذه الافرازات التي نتجت عن هذه الحرب أدت الى اكبر تلوث يبني يشهده العراق في تاريخه الحديث [65,125] .

5 - 3 تلوث المياه بالنفط ومشتقاته

ينتج هذا النوع من التلوث من خلال عبور ناقلات النفط عبر البحار والمحيطات حيث تتسرب زيوت النفط ومشتقاتها الى المياه نتيجة انفجار الناقلات او بسبب غرق بعض البواخر او تنظيف خزاناتها او قذف الزيوت المحروقة والمنتجات الصناعية ومنتجات مصافي النفط في المياه مما يؤدي الى الاضرار بالثروات البيولوجية والاعطال على صحة الانسان وفساد مزايا مياه البحر .

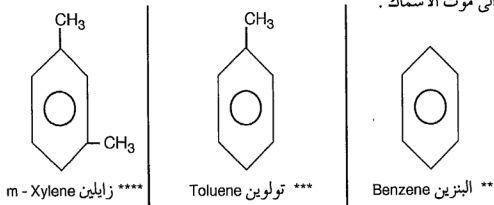
ولقد اهتمت الدول بوضع التشريعات القانونية لمنع التلوث البحري ، فمثلاً عقد مؤتمر في باريس عام 1979 شارك فيه تسع عشرة دولة وتم مناقشة التنظيم القانوني الدولي لاتفاقيات الحد من التلوث والمسؤولية القانونية لتلوث مياه البحر ، ووقعت كذلك اتفاقية منع التلوث من السفن عام 1973 ، وقد انضم الاردن لهذه الاتفاقية بهدف الحفاظ على البيئة البحرية ومكافحة المصادر التي تؤدي الى التلوث الناتج عن السفن سواء أكان بقصد أم بغير قصد حفاظاً على السلامة العامة ، وبموجب الاتفاقية فان المنظمة البحرية الدولية التابعة للأمم المتحدة وغيرها من الهيئات الدولية ستقدم للدول الاعضاء كل الدعم في مجال تدريب وتأهيل العاملين في المجال

العلمي والتقني للمحافظة على البيئة والمساعدة على توفير المعدات اللازمة لاستقبال الزيوت والرصد وتشجيع البحوث وضبط طرق التخلص من الزيوت .

كما عقد في مسقط عاصمة عُمان عام 1995 المؤتمر الدولي* الخاص بمنع ناقلات النفط الكبيرة من تفريغ النفايات وحماية البيئة البحرية الذي ركّز على منع تسرب الزيوت من الناقلات ، وحماية السواحل العمانية من مثل هذا التسرب وتنفيذ التشريعات والاتفاقيات المتصلة بتوفير حماية كاملة للبيئة البحرية وإدارة مكافحة التسرب للزيوت في الخليج ، ووضع نظام تشريعي يحسم قضية تلوث مياه الخليج والبيئة البحرية باعتبار هذه البيئة مصدراً هائلاً للأسماك والكائنات البحرية مصدراً دائماً للمياه بعد تلوثها وخاصة مياه الشرب والمياه المستخدمة في العمليات الصناعية.

إن منطقة الخليج تنتج ما نسبته 49% من إجمالي صادرات النفط على مستوى العالم ، لذلك فإن النقل البحري المرتبط بتصدير النفط يشكل التهديد المباشر في الخليج ، إضافة الى استمرار الناقلات النفطية في تفريغ مياه التوازن الملوثة بالزيت ومياه غسيل الصهاريج والمياه الملوثة المتجمعة في قاع السفن .

ولقد حدثت الكثير من الحوادث التي أدت الى تلوث المياه بسبب النفط ومشتقاته ، ففي عام 1967 غرقت الناقلة توري كانيون Torry Canyon في ساحل كورنويل Cornwell على شاطئ إنجلترا الجنوبي الغربي حيث انساب فيها ما يعادل 120,000 طن من النفط الذي تسبب في نفوق 100,000 طير - ومنها طائر الغلموت - التي تسمت بالنفط ، ووجد أن تركيز البنزين ** تراوح بين (40 - 10) ملغم / لتر وتركيز التولوين*** والزايلين**** بين (50 - 40) ملغم / لتر مما يؤدي الى موت الاسماك .



* انظر في الملحق الذي يتضمن قائمة بالمؤتمرات الدولية المتعلقة بالبيئة في نهاية الكتاب .

وفي الثمانينيات من هذا القرن حدث اكبر تلوث نفطي في التاريخ لخليج المكسيك الذي جعل البحر يحترق بفعل الانفجارات التي وقعت في منطقة الحفر أمام ساحل المكسيك حيث ادى الى اندفاع النفط الى سطح الارض بقوة كبيرة وبلغ ارتفاع ألسنة النيران عشرة امتار وقطرها 25 متراً .

وهناك الكثير من البحار التي تختضر بمعنى أن الكائنات الحية فيها اصبحت مهددة بالموت [126] ، فمثلاً يحتوي بحر الشمال على ما يزيد عن 140 منصة Platform للتنقيب عن النفط ، وتعرض هذه المنصات للكوارث ، ولعل ابرز هذه الحوادث ما حصل في صيف عام 1988 عندما انفجرت منصة الباير ألفا للتنقيب عن النفط وانسابت ملايين الاطنان من النفط على مدى ثلاثة اسابيع ، هذا بالإضافة الى تلوث مياه بحر الشمال بما يقارب 2.5 مليون طن سنوياً بسبب غرق بعض البواخر وقذف الصناعات النفطية والزيوت المحروقة الى مياه البحر ، كما وجد المعهد الهولندي لتوزيع المياه ان نسبة المحروقات قد وصلت الى 0.5 ملغم / لتر في نهر الراين .

وتصل كمية النفط التي تسرب الى مياه الخليج العربي الى 500000 طن سنوياً ، وأن حرق حقل نوروز الايراني عام 1983 ادى الى انطلاق النفط من آبار هذا الحقل ونتج عن ذلك نفوق 1500 سمكة من ثعابين البحر و 150 طير و 32 من الحيوانات الثديية و 33 دلفيناً [30] .

ولا يعرف بالتحديد مدى تأثير تسرب النفط في الخليج العربي ، الا ان الزيت يحرم الاعشاب البحرية اشعة الشمس الضرورية لبقائها ، وتهدد بقع النفط الاسماك في الخليج والنباتات التي تطفو في المستنقعات العراقية الجنوبية [65] * .

وفي أوائل عام 1984 شوهد قطيع من مئات الحيتان يجنح على سواحل جزيرة (تسمانيا) جنوب استراليا في عملية انتحارية امام جمهور من سكان المنطقة لآلت حثفها بعد قليل على الصخور الساحلية ، ويعتقد ان سبب ذلك يعود الى تلوث المياه بكميات كبيرة من النفط ولجأت هذه الكائنات الى الهروب من مياه البحر تخلصاً من المعاناة التي تلقاها من تلوث المياه بالنفط ، وقد تكرر مثل هذا الحادث في شهر آب عام 1996 حيث جنح مائتا حوت على شاطئ (دنسبور)

* فاضل سعدوني ، اثر التلوث النفطي في النظام البيئي في الخليج العربي .

جنوبي غربي استراليا حيث اصطبغ البحر بلون الدم لان الحيتان كانت تصطدم عمداً بالصخور .

كما ان مياه شط العرب الملتقى لنهري دجلة والفرات التي تصب في الخليج العربي تتأثر بعدة مصادر من الملوثات كالصناعة النفطية مثل مصانع الورق والاسمنت ، وقد لوحظ ان تراكيز الهيدروكربونات في عينات مياه شط العرب تتراوح بين (1.7 - 35.4) ميكروغرام / لتر ، وهذه نسبة عالية حيث ان مصادر هذه الهيدروكربونات المخلفات المنزلية والفضلات الصناعية [30,39,190] .

وجدير بالاشارة ان اذكر هنا حرب الخليج الثانية عام 1991 التي تسرب بسببها حوالي عشرة ملايين برميل من النفط ، وهذا يعتبر من اكبر كوارث التلوث النفطي في العالم الذي ادى الى نفوق آلاف من الطيور المختلفة وموت الاسماك . كما أحرقت كميات من الغاز الطبيعي تصل الى اكثر من مليونين وربع المليون متر مكعب ، بالإضافة الى حرق 30 مليون متر مكعب من غاز كبريتيد الهيدروجين واكثر من مليون ونصف مليون متر مكعب من المنتجات النفطية الاخرى ، وقائمة الارقام في الموانئ بما يعادل 490000 طن من النفط الخام و 304 مليون برميل حيث ان تأثيرات كل هذه المواد على الحياة المائية وحياة كائناتها كبيرة جداً ، فمثلاً تناقصت اسراب الطيور المهاجرة واختفت انواع منها بعد ان كانت تملأ انهار العراق طيلة فصل الشتاء اذ كانت لآلاف السنين موطنها الاصلي ، كما تسرب الى المياه مواد سامة متنوعة بكميات هائلة اثر قصف المنشآت الصناعية ، ومنها تسرب 24 مليون لتر من الزيوت المختلفة و 53000 طن من حامض الكبريت السائل و 5600 طن من حامض الكبريتيك المركز و 500 طن من حامض الفوسفوريك المركز و 700 طن من غاز الامونيا و 150 طن من حامض الهيدروكلوريك [65,125] * .

ويقدر ان فضلات النفط التي تطفو على سطح المحيطات بعدة ملايين طن سنوياً ، ويوجد في فرنسا مستنقع اسود يمثل ما مجموعه ثلاثة ملايين طن من المازوت وتكلف الاقتصاد الفرنسي 40 مليون فرنك فرنسي ، كما ان البحر الابيض المتوسط الذي يضخ فيه العديد من الانهار التي تحمل مياهاً ملوثة اصبحت الحياة المائية فيه مهددة بالخطر ، فمثلاً يحمل نهر الرون من فرنسا يومياً 20 طناً من المياه النفطية

* فاضل سعدوني - اثر التلوث النفطي في النظام البيئي [65] .

التي ترمى بالبحر ، وتوجد حالياً أكثر من 100000 طن من بقايا النفط و 60000 طن من مخلفات التنظيف و 300000 طن من المعادن ، كما يتخلص ما يقارب 80 % من القرى والمدن المطلة على البحر المتوسط من فضلاتها ، بالإضافة الى أكثر من 200 مليون سائح على سواحل البحر سنوياً يضيفون كميات أخرى من مياه المجاري والنفايات مباشرة الى البحر بدون معالجة هذه المياه وتنقيتها [17,22,30,84,148] .

وتؤدي المحروقات البترولية الى تشكل بقع زيتية على سطح المياه تعمل على منع التأكسد الطبيعي للمياه ، وتعيق التنقية التلقائية للمكان الذي توجد فيه ، ولقد بذلت الدول محاولات كثيرة لمعالجة هذه البقع الزيتية حيث تم اكتشاف مادة ينبول Unipol التي تستطيع إزالة ما بين (80 - 60) % من البقعة النفطية في الاسبوع الأول ، وتتكون هذه المادة اصلاً من كائنات ذاتية ، بالإضافة الى طرق أخرى كامتصاص النفط بواسطة مواد صلبة مثل القش ، ونشارة الخشب والمواد المركبات الكيميائية المكثفة .

إن التفاؤل حليف العلماء والباحثين في أن البكتيريا آكلة النفط هي الحل العلمي لتلوث البحار بالزيت حيث يعتقد ان بقع التلوث النفطي لم تعد مصدراً للخطر على الاحياء المائية في البحار والمحيطات واصبحت غذاء لبكتيريا خاصة اكتشفها باحثون فرنسيون ، كما تقوم البكتيريا بالعمل على تكسير واكسدة وتحلل النفط ومشتقاته خلال سنة او أكثر ، علماً أن المليغرام الواحد من الهيدروكربونات مثلاً يحتاج الى اربعة مليغرامات من الاكسجين لأكسدته وتحلله [10,30] ، ويمكن تليخيص طرق التخلص من البقع النفطية في استعمال وسائل الازالة الميكانيكية والتدمير بالبكتيريا ، وبودرة الاسمنت والكيماويات المبيدة للبقع النفطية وهي تتفاوت في القدرة على ازالة التلوث [65,80,84,155]* .

6- 3 ملوثات اخرى للمياه

وهناك ملوثات كيميائية أخرى تؤثر في الرقم الهيدروجيني (PH) ، مما ينعكس سلباً على الاحياء المائية وصلاحية هذه الكميات للشرب ، علماً أن المدى المسموح به لقيمة الرقم الهيدروجيني في مياه الشرب يتراوح ما بين (8.5 - 6.5) . وتعتبر المياه الحامضية أكثر خطورة حيث تتضمن اكسدة كبريتيد الحديد وتكون سلسلة من

* فاضل سموني - اثر التلوث النفطي في النظام البيئي [65] .

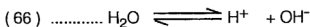
التفاعلات وانتاج الكبريتات وحامض الكبريتيك وأكاسيد الحديد التي لها تأثيرات بيولوجية على البيئة المائية ، كما تعتبر مياه صبرف المناجم من الاسباب البارزة في تدهور نوعية المياه ، وهناك مشكلة خاصة هي مياه الصبرف الحامضية من مناجم الفحم اذ يتكون حامض الكبريتيك عندما يتفاعل الماء والهواء مع المركبات المعدنية الحاملة للكبريت والتي تتواجد مع الفحم ، ويدخل بعد ذلك الحامض الى المجاري المائية عن طريق الجريان الصحي ، وتؤدي الحالة الحامضية الى نفوق الاسماك ومعظم الاحياء المائية .

ويستعمل الرقم الهيدروجيني للماء كقياس للتوازن الحامضي والقاعدي الذي تحققة مختلف المركبات الذائبة في الماء على شكل محلول [33,61,147] ، ويعبر عنه بالعلاقة التالية :

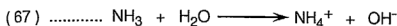
$$PH = - \text{Log} [H^+]$$

ويحكم الرقم الهيدروجيني في معظم المياه الطبيعية التوازن بين ثاني اكسيد الكربون CO_2 والبيكربونات HCO_3^- والكربونات CO_3^{2-} ، ويحدث في الماء النقي انخفاض في قيمة ال (PH) ، فكلما ارتفعت درجة الحرارة بمقدار 25 درجة مئوية انخفض الرقم الهيدروجيني (PH) بمقدار 0.45 ، وتمتاز المياه الطبيعية بقدرتها على تنظيم امتصاص الحامض او القاعدة دون احدثات اي تغيير في درجة الحموضة ، وتحتوي المياه الحامضية على رقم هيدروجيني (PH < 7) ، ويمكن من خلالها قياس القاعدة Alkanility ، كما تحتوي المياه القاعدية على رقم هيدروجيني (PH > 7) ويمكن من خلالها قياس الحموضة Acidity .

وتغير قيمة الرقم الهيدروجيني بدرجة كبيرة اثناء معالجة المياه ، فاضافة الكلور الى المياه مثلاً يقلل من قيمة الرقم الهيدروجيني وبالتالي تزداد الحموضة ، كما ان اضافة الجير يرفع قيمة ال (PH) ويزيد من درجة القاعدية ، ويرتبط الرقم الهيدروجيني بطرق مختلفة عديدة بجميع معالم جودة المياه الاخرى ، نظراً لان التوازن الكيميائي Chemical Equilibrium للماء يتضمن دائماً تركيز أيونات الهيدروجين $[H^+]$ والهيدروكسيل $[OH^-]$.

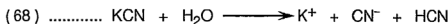


والعامل الذي يحدد درجة الحموضة او درجة القاعدية في المياه غير المعالجة هو نوعية المواد التي تختبر عليها ، وأن أي تغيير بسيط في قيمة ال (PH) يؤدي الى تلوث المياه ويترك فيها تأثيراً ساماً ، وعلى سبيل المثال فان تلوث المياه بالامونيا (NH_3) يعمل على زيادة الرقم الهيدروجيني الى ($\text{PH} > 9$) حيث يكون حالة توازن بين جزئيء الامونيا (NH_3) من جهة وأيون الامونيوم (NH_4^+) و ايون الهيدروكسيد (OH^-) من جهة ثانية كما يتضح ذلك في التفاعل (67) .



ويجب ان لا يتجاوز تركيز الامونيا في المياه 0.25 ملغم / لتر كي لا يكون له اي تأثير سام حيث تتأثر الاحياء المائية بتركيز قليلة ، كما حدث في الخليج العربي قرب الكويت أن نفق عدد كبير من الاسماك بسبب وصول تركيز الامونيا الى 55 ملغم / لتر .

ومثال آخر هو تلوث المياه بالسيانيد Cyanide الذي يوجد في المياه من خلال المخلفات الصناعية حيث يتحلل في المحاليل المائية الى حامض سيانيد الهيدروجين (HCN) الذي يتفكك الى أيون السيانيد (CN^-) وأيون الهيدروجين (H^+)

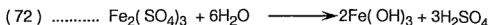
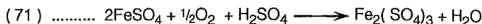
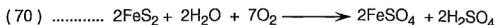


ويعمل سيانيد الهيدروجين على تقليل درجة الحموضة بشكل منخفض وله تأثير سام ، ويتفكك بالماء الى أيون السيانيد (CN^-) الذي لديه القدرة على التفاعل مع العناصر الثقيلة مكوناً مركبات معقدة مثل $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ وغيرها ، ودرجة السمية* لهذه المركبات وثباتها تعتمد على الفلز وعلى درجة الحموضة ، ويكون لايون السيانيد تأثير سمي قاتل اذا وصلت الجرعة الى (60 - 50) ملغم / لتر [33] .

كما تؤثر المخلفات السائلة Acidmine Drainage او مخلفات المجاري Sewage Sludges على قيم ال (PH) حيث تحتوي هذه المياه على مركبات

* يقصد بـ (السمية) : تلك المواد التي تشل حركة الكائنات الحية ونموها وتؤدي الى موتها وذلك من خلال تأثيرها المباشر والفعال او عبرة التفاعلات الايضية فيها ، وتتفاوت المواد السمية في تأثيراتها مع بعضها وتركيباتها الكيميائية وتركيزاتها المؤثرة .

(FeS₂) التي تتأكسد مما يؤدي الى حموضة المياه ، وتحدث التفاعلات الكيميائية التالية :



وإن تكون حامض الكبريتيك H₂SO₄ كما توضح التفاعلات الكيميائية أعلاه يعمل على تغيير قيمة الرقم الهيدروجيني الى اقل من (PH < 5) بكثير ، وهذا الوسط الحامضي لمياه المخلفات السائلة ملائم لنمو البكتيريا ، ويعتبر مناسباً ايضاً لتفاعل الفلزات التي تترك آثاراً سامة في حالة اختلاطها مع المياه او إعادة معالجتها . بالاضافة الى مخلفات مناجم الفحم الحجري التي تعمل هي الاخرى على زيادة الوسط الحامضي للمياه الى درجة لا تستطيع الاحياء المائية مقاومتها .

ويعتبر الفلوريد ايضاً شديداً السميّة للانسان في الجرعات العالية حيث ان معظم المياه تحتوي على تركيز اقل من (< 1 ملغم / لتر) ، ويزداد تركيز الفلوريد في المياه بسبب افراغ النفايات الصناعية مما يؤدي الى التسمم بالفلوريد الذي يسبب الالتهاب المعوي النزفي والتهاب الكلى السام الحاد ويؤثر على عضلة القلب .

ومن حوادث التسمم بالفلوريد حادث ولاية (مابرايش) التي تقع في وسط الهند حيث اصاب سكان عشرات القرى في شهر آذار عام 1996 بمرض يسبب مجموعة من الاعراض التي تؤثر على العظام فيما يهدد انتشار هذا الوباء باصابة كافة السكان بالعجز ، وإن التسمم بالفلوريد يؤدي الى اصابة العظام لدى الاطفال بين الخامسة والخامسة عشرة ، كما تؤدي زيادة كمية الفلور في مياه الشرب عن المستويات المقبولة الى اصابة الاسنان بالتبقع والتخريب حيث تظهر بقع صفراء او بنية داكنة او سوداء وتعرف هذه الحالة بـ (تفلور الاسنان Dental Flourisil) التي يكون فيها تركيز ايون الفلوريد اكبر من (> 1.5 ملغم / لتر) ، كما تسبب الزيادة في تركيز ايون الفلوريد [F⁻] الى تفتيت الاسنان [33] .

وللكلوريد الذي يضاف عادة الى مياه الشرب بتركيز يتراوح بين (200- 100) ملغم / لتر ، تأثير على نوعية المياه اذا تجاوز هذا التركيز مما يؤدي الى تغيير طعم المياه ، كما يتأثر طعم القهوة اذا تم اعدادها بمياه تحتوي على كلوريد الصوديوم NaCl بتركيز 400ملغم / لتر .

إن تركيز الكلوريد في المياه غير الملوثة يكون اقل من (< 10 ملغم / لتر) ، وفي المياه العذبة اقل من (< 1 ملغم / لتر) [30,33,39] . وتظهر الرائحة الكريهة والحادة لمركب ثلاثي كلوريد الهيدروجين بتركيزات اكبر عندما يقل الرقم الهيدروجيني عن ($PH < 7$) حيث يستعمل هذا المركب في عملية الكلورة ، وتكتسب مياه الشرب طعماً لاذعاً عندما يقل مستوى الرقم الهيدروجيني ، في الوقت الذي تقل فيه فاعلية الكلور في قتل الجراثيم في حالة زيادة قيمة (PH) ، ويعزى ذلك الى الانخفاض في تركيز حامض الهيبوكلوروز حيث يزداد الرقم الهيدروجيني .

وتكمن خطورة غاز الكلور الذي يستعمل في تطهير مياه الشرب برائحته اللاذعة التي تسبب التهيج لدى استنشاقه وتخريش الاغشية المخاطية والسعال الشديد اذا كان تركيزه في الهواء 0.0001 ملغم / لتر ، وعندما يحتوي الهواء على كمية من الكلور بتركيز 12 % فان ذلك يسبب اصابات خطيرة قد تؤدي الى الوفاة .

ومن المهم الاشارة الى تأثير الكيماويات والملوثات الأخرى على نوعية المياه حيث اثر ذلك بشكل سيء على لون المياه وطعمها ورائحتها ، كما أدت الى عكر المياه من خلال تراكم كميات كبيرة من الطين والطيني التي تصل الى مصادر المياه عن طريق التعرية وانجراف التربة .

لون الماء Water Colour

يقصد بلون الماء هو ذلك التفاوت في الالوان الذي يديه الماء نفسه والناجم عن المواد الغروية الذائبة فيه [39] . ويمكن قياس لون الماء بمقارنته مع الوان محلول قياسية محددة لهذه الغاية ، وتستعمل اوروبا مثلاً محلولاً قياسياً لقياس لون المياه يستند الى استعمال صبغة الميثيل البرتقالي Methyl Orange القاعدية ، كما يستخدم جهاز التنتوميتر Tintometer الذي يستعمل الضوء الممتص او المنعكس من العينة [85] .

ويتغير لون الماء بسبب ما ترميه المصانع مثل الورق والخبر والاصباغ ، مما يترك تأثيرات بيئية على الوسط المائي مثل تخلل الضوء ، كما يعزى ذلك الى وجود مواد غير عضوية ملونة مثل مركبات الحديد والمنغنيز او مخلفات صناعية اخرى شديدة التلون ، والقيمة الموصى بها للون في مياه الشرب يجب ان تقل عن ($15 <$) وحدة لون حقيقي (TCU) ، ويمكن ازالة اللون من الماء عن طريق الاكسدة الكيميائية ، بالاضافة الى طريقة الترشيح .

فمثلاً كانت مستويات اللون في السويد عام 1976 تتراوح ما بين (5-150) وحدة لون حقيقي للمياه غير المعالجة ، وقد انخفضت الى (5-25) وحدة لون حقيقي عند معالجتها . وعادة ما يزيد لون المياه السطحية الطبيعية بزيادة الرقم الهيدروجيني (PH) ، كما تزيد كثافة اللون في عينات المياه برفع الرقم الهيدروجيني حيث ادى هذا التأثير الى اجراء قياسات اللون لضبط جودة المياه عند الرقم الهيدروجيني المعياري ($PH = 7$) [30,33].

طعم المياه *Water Taste*

يقصد بطعم الماء الاحساس الناتج عن التفاعل بين اللعاب والمواد الذائبة في الماء ، وتستجيب حاسة الطعم لتركيز (9-3) ملغم / لتر ، وتعتبر هذه الحاسة هي الاكبر فائدة في الكشف عن المكونات اللاعضوية في الماء حيث توجد املاح مذابة في الماء كاملاح الحديد والمنغنيز والصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم ، وتكون هذه المواد في الماء بشكل أيونات مثل Na^+ ، SO_4^{2-} ، Cl^- ، HCO_3^- (Ca^{2+} ، Mg^{2+} وغيرها ، ويرمز الى هذه الايونات بالاضافة الى المواد الذائبة بـ (الملوحة - Salinity) وتقاس بصورة عامة كأجزاء من المليون (ملغم / لتر) من المواد الصلبة الذائبة في الماء [64]. وتؤثر الملوحة على الكائنات البحرية كالاسماك ، وتزداد تراكيز الاملاح في الانهار عن طريق الممارسات الزراعية ، وبسبب عمليات التبخر Evaporation والتتح Transpiration حيث يفقد الماء نسبة مئوية عالية عندما ينتشر فوق التربة مما يؤدي الى زيادة تركيز الاملاح في الماء المتبقي ، ومن الضروري عدم السماح لهذه الاملاح بالتراكم لان ذلك يضر بالمحاصيل الزراعية ، ولذلك من يستعمل 33% من مياه الري لغسل الاملاح وتقليل تركيزها . ويبين الجدول (11-3) تركيزات المكونات غير العضوية لمياه البحر :

جدول (3 - 11)

الايونات	التركيز (غم / كيلوغرام)	النسبة المئوية (%) بالوزن
أيون الكلوريد Cl^-	18.980	% 55.04
الكبريتات SO_4^{-2}	2.649	% 7.69
الصوديوم Na^+	10.556	% 30.61
البوتاسيوم K^+	0.380	% 1.10
المغنيسيوم Mg^{+2}	1.272	% 3.69
الكالسيوم Ca^{+2}	0.400	% 1.16
غيرها	0.245	% 0.72
المجموع	34.482	% 100

تركيزات المكونات الأساسية غير العضوية لمياه البحر [30]

إن تجاوز النسب العالمية لمياه الشرب لايونات الكالسيوم Ca^{+2} والمغنيسيوم Mg^{+2} والصوديوم Na^+ والبوتاسيوم K^+ يؤثر على طعم المياه ، ويبين الجدول رقم (3 - 12) هذه النسب

جدول (3 - 12)

الايون	النسب العالمية المياه الشرب
Ca^{+2}	100 ملغم / لتر
Mg^{+2}	30 ملغم / لتر
Na^+	100 ملغم / لتر
K^+	300 ملغم / لتر
SO_4^{-2}	250 ملغم / لتر

النسب العالمية لبعض الايونات في مياه الشرب [مصادر متعددة]

ولا يسمح تذوق طعم الماء الا في حالة التأكد من عدم وجود خطورة على صحة المتذوق وتتوقف حدة الطعم ايضا على درجة الحرارة حيث يزداد معدل نمو الكائنات المجهرية التي قد تنتج بعضها مستقلبات Metabolites سيئة الطعم في درجة الحرارة العالية ، ويزداد معدل التآكل Corrosion ذات الطعم اللاذع ، وللطعم تأثيرات على صحة الانسان ، ولقد تبين في هولندا مثلاً ان الماء ذا الطعم اللاذع ادى الى الانصراف عن استهلاك مياه الحنفية علماً ان طعم الماء لا يقدم اي ضمان بان هذا الماء خال من الكيماويات غير العضوية السامة او الجراثيم ، كما ان وجود أيونات المعادن $(Fe^{+2}, Mg^{+2}, Ca^{+2})$ تتسبب في عسر الماء Water Hardness وان الانتقال من حالة يسر الماء الى عسر الماء وبالعكس يسبب اضطرابات معوية [30,33,51,85] .

وبين الجدول (13 - 3) عتبات الطعم في عينات الماء المقطر عند ضبط قيمة الرقم الهيدروجيني (PH = 7) .

جدول (13 - 3)

عتبة الطعم (ملغم / لتر)	عينات الماء المقطر
0.02 - 0.29	* الكلور
100	الكالسيوم Ca^{+2}
30	المغنيسيوم Mg^{+2}
100	الصوديوم Na^{+}
300	البوتاسيوم K^{+}
0.04	الحديد Fe^{+2}
4.3	الزنك Zn^{+2}

عتبة الطعم لعينات من الماء المقطر [مصادر متعددة]

رائحة الماء Water Odour

يمكن تعريف رائحة الماء بأنها الاحساس الذي ينتج عن وجود مواد ضغط بخار محسوس ينبه أعضاء الانسان الحسية في تجاويف الأنف والجيوب ، وعادة ما تستجيب حاسة الشم لتركيزات قليلة جداً تتراوح ما بين (9 - 3) ملغم / لتر او اكثر [33] . ومن المهم تحديد درجة حرارة الماء عند قياس كثافة الرائحة ، لان كثافة الرائحة ترتبط بضغط بخار المادة المسببة للرائحة ، وهناك بعض الكيماويات المثيرة للقلق بسبب خواصها السامة حيث يعزى التغير في رائحة الماء الى وجود فضلات لبعض الغازات المذابة في الماء مثل كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وسيانيد الهيدروجين (HCN) الذي يأخذ خطره السام مفعوله في الماء اذا تجاوزت نسبته 0.001 ملغم/لتر، إضافة الى المركبات العضوية المتطايرة خاصة في المسطحات المائية التي يكون تصريفها بطيئاً ، والروائح المنفرة في مياه الشرب قد تكون ذا منشأ بيولوجي او صناعي ، فمثلاً ان تصريف المجاري الخام في البيئة المائية يعمل على تشييط النمو البيولوجي الذي يكون نواتج ذات رائحة كريهة . ويمكن ان تنتج الروائح في المياه الراكدة في القطاعات ذات الجريان البطيء من شبكات التوزيع او مستودعات المياه الخام ، وقد تؤدي عمليات التنقية الى تحويل المواد ذات الروائح الضعيفة مثل (الامينات والفينولات) الى مواد ذات روائح قوية مثل (الكلور أمينات والكلور فينولات) .

كما ان وصول المخلفات العضوية الناجمة عن الصناعات الكيماوية يسبب رائحة كريهة اذا وصل تركيزها الى 0.01 ملغم / لتر، علماً بان الماء الخالي من الرائحة يجب ان لا يتجاوز تركيز هذه المركبات فيه عن 0.001 ملغم / لتر ، ومن هذه المركبات (2 - كلوروفينول - 2-chlorophenol) ومركب (4,2 - ثنائي كلوروفينول - Dichlorophenol - 2,4) ومركب (6,2 - ثنائي كلوروفينول - Dichloro Phenol - 2,6) ولهذه المركبات رائحة سيئة جداً ، كما ان قسماً من هذه المركبات تصل الى المياه كمبيدات حشرية [33] ويمكن استخدام محلول n - Butanol بمعدلات تركيز مختلفة كمادة للتدرب على الشم لتحديد رائحة الماء ، وفي حال استعمال الكلور في عمليات تنقية المياه فان رائحته تؤثر على الروائح الاخرى المتواجدة في الماء ، وللتخلص من الكلور الموجود في الماء تضاف مادة (ثيوسلفات الصوديوم $Na_2S_2O_3$) [85] .

وتستعمل طريقة الاختيار القسري Forced Choice Method لتحديد رقم الرائحة Odour Number عند درجة الحرارة العادية حيث ان الوضع المثالي لا يكون فيه لمياه الشرب أية روائح ملحوظة ، ويمكن قبول رقم لائحة لا يتجاوز (1 ≤ O. N.) [33] .

الكدرة او عكر المياه Turbidity

عكر المياه هي الحالة الناجمة عن وجود مواد عالقة فيه ، وتراوح المياه الطبيعية في مقدار عكورتها بين البحيرات الجبلية الصافية حيث تكون نسبة عكورة المياه منخفضة جداً وبين بعض الانهار التي تكون فيها مرتفعة . وباختصار فان عكر المياه عبارة عن مصطلح يستعمل ليصف درجة العتمة الموجودة في المياه بسبب وجود المواد والجزيئات العالقة فيه [39] .

وعكورة المياه هي قدرتها على بعثرة الضوء الساطع عليها [85] ، ويعود سببها في اي مسطح مائي الى عدة عوامل منها وجود المواد العالقة القادمة من ملوثات الفضلات الصناعية ودقائق المواد الغرينية والطينية وبعض الاحياء المائية كالهائمات المائية وهذه المواد يكون مصدرها مواد عضوية او غير عضوية [30,33,39,85] .

وبسبب تراكم الطمي والطين والجسيمات العضوية والكائنات المجهرية الاخرى تتلوث المياه مما يسبب عكر المياه ، وعلى سبيل المثال ان الكائنات المجهرية تعمل على ازدهار الطحالب الزرقاء والخضراء صيفاً في المياه السطحية ، ويعتبر الماء الاحمر من احدى الظواهر التي تتشكل بسبب حطام الطحالب الذي تسببه جراثيم الحديد في شبكات توزيع المياه [39,51] .

وقد يقل استيعاب السدود والخزانات بسبب تراكم كميات كبيرة من الطمي والطين فيها الذي ينساب مع مياه النهر عندما يصل الماء الراكد وراء الخزان . فمثلاً لقد نقصت السعة التخزينية لبحيرة اوستن في تكساس بنسبة 95 % جراء تراكم الطمي خلال 13 سنة ، كما يحجز السد العالي في اسوان ما يقارب 110 مليون طن من الطمي سنوياً ، وادى فقدان الطمي امام الخزان الى اضطراب التوازن بين التعرية التي كان يسببها النهر من جهة وترسب الطمي على جوانبه من جهة اخرى ، وتسود حالياً عملية التعرية وتقوض الجسور وتراجع شواطئ البحر المتوسط نحو الداخل

مهددة المدن الساحلية مثل الاسكندرية ، وتنهار حدود اليابسة لتسمح للبحر ان يفيض على بحيرات المياه العذبة ، واذا وصل تركيز الطمي في المياه الى 500 ملغم / لتر او اكثر فان ذلك يعمل على تهيج الجهاز الهضمي ، كما ان لزيادة عكر المياه تأثيراً سلبياً على الاحياء المائية فمثلاً ان مشكلة فوق التشبع بالنيتروجين تؤدي الى موت الاسماك ، وتؤثر الترسبات المتمثلة في حبيبات التربة والحبيبات الرملية والمعدنية التي تنجرف من اليابسة في المياه وتغير نوعيتها . ويؤثر عكر المياه ايضاً على نمو النباتات البحرية من خلال التأثير في تقليل تخلل الضوء الذي يستعمل في عملية البناء الضوئي ، وبينت الدراسات ان تركيز 200 ملغم / لتر من المواد العالقة تسبب ضرراً لخياشيم الاسماك وتعيق من حركتها ونشاطها .

ويمكن معالجة عكر المياه بطريقة الترشيح (Filtration) او بالجمع ما بين التخثير والترسيب والترشيح من اجل الحفاظ على مستوى اقل من عكورة المياه ، ويفضل ان يكون اقل من وحدة عكر بمقياس الكدر Nephelometric Turbidity Unit (NTU) وهذه الطريقة تقيس شدة الضوء المشتت عند زاوية 90 درجة على مسار الضوء الوارد الى عينة الماء ، ويقوم مبدأ جهاز العكورة Turbidity Meter على اساس اختراق حزمة ضوئية لعينة المياه فتتبعثر الاشعة بسبب المواد المسببة لعكر المياه ، وبالتالي يمكن قياسها بواسطة خلية ضوئية تعطي وحدة العكورة [30,33,39,85] .

كما توجد طريقة ثانية لقياس عكر المياه باستخدام جهاز جاكسون Jakson Candle Method (JTU = Jakson Turbidity Unit) ويمثل هذا الجهاز شمعة قياسية او مصباحاً كهربائياً بقوة معلومة وثابتة توضع فوقها وعلى مسافة ثابتة انبوبة زجاجية مدرجة بالمليمتر داخل انبوبة نحاسية بدون قاعدة ، ويسكب الماء تدريجياً في الانبوبة الزجاجية حتى يختفي ضوء الشمعة او المصباح الكهربائي ثم تقرأ ارتفاع المياه داخل الانبوبة بالمليمتر ، اذ كلما زادت العكورة قل ارتفاع الماء في الانبوبة والعكس صحيح ، ويراعى اجراء الفحص بعيداً عن الضوء حتى لا تتأثر النتائج ويستعمل ايضاً جهاز آخر يسمى Relative Irradiance Meter لقياس عكر المياه [30,39,85] .

ويشكل وجود عكر المياه عائقاً عند الكشف عن الجراثيم والفيروسات في مياه الشرب ، فمثلاً ان الجسيمات سواء أكانت عضوية او غير عضوية او تنجث عن

الاحياء المجهرية يمكن ان تحمي الجراثيم والفيروسات من فعل المطهرات ، حيث تبين وجود جراثيم قولونية في المياه التي يتراوح العكر فيها ما بين (84 - 3.8) وحدة عكر بمقياس (NTU) [33,51] .

7 - 3 التلوث الحراري Thermal Pollution

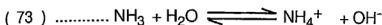
يقصد بالتلوث الحراري ارتفاع درجة حرارة المياه لأي سبب مما يؤدي الى التأثير على التوازن البيئي لذلك المسطح المائي من خلال تأثيره على العمليات الايضية للاحياء المائية التي قد تمهد من نشاطها او تؤدي الى قتلها .

إن تزايد الطلب على الطاقة لدى بعض الدول يؤدي الى زيادة في التلوث الحراري ، حيث يستخدم الماء كمبرد في محطات توليد الطاقة وفي بعض العمليات الصناعية الاخرى ، كما ان بناء المولدات الحرارية والنووية على ضفاف الانهار والشواطئ تسهم في رفع درجة حرارة الماء . وقد لوحظ ان الانهار الملوثة حرارياً لا تحتوي مياهها على الاسماك واللافقرات عند وصول درجة حرارة المياه الى 50 درجة مئوية او اكثر ، ومن الامثلة على ذلك ما حصل في بعض انهار شمال امريكا التي وصلت حرارتها درجة الغليان اكثر من مرة عند قياس درجة الحرارة مما أدى الى انعدام الحياة فيها [30,33,44] .

وهذه الانشطة الصناعية تؤدي الى ارتفاع درجة حرارة مياه الانهار والبحيرات بسبب الاستهلاك الكبير للمياه ، فمثلاً ان انتاج طن واحد من الاسمدة النيتروجينية يحتاج الى 6000 متر مكعب ، كما يتطلب انتاج طن واحد من الحديد ما مقداره 300 متر مكعب من المياه في عمليات الحفر والتصنيع والتبريد والعمليات الاخرى .

إن ارتفاع درجة حرارة المياه يؤدي الى تغييرات كبيرة في الحياة المائية حيث تقل كمية الاكسجين المذاب في الماء ، مما يسبب نقصاً في القدرة على التنقية الذاتية للمياه ، وقد تبين لنا في موضع سابق الخطورة المترتبة عن نقص كمية الاكسجين المذاب في الماء على الكائنات وتلوث البيئة المائية بشكل عام ، كما جرت الاشارة الى التحليل البيولوجي Biodegradable للمواد العضوية هوائياً ولا هوائياً وتفاعلاتها بوجود الاكسجين او غيابه ، إضافة الى ان ارتفاع درجة حرارة المياه يؤدي الى تحلل الملوثات الايونية مثل ايون السيانيد (CN⁻) وايون الامونيوم (NH₄⁺) ، فالامونيا (NH₃) في المحلول المائي يشكل حالة اتزان بين جزيء الامونيا من جهة

وايون الامونيوم وايون الهيدروكسيد (OH⁻) من جهة ثانية ، ويعتبر جزيء الامونيا ساما جداً بالنسبة للكائنات البحرية ، كما يعتبر ايون الامونيوم متوسط السمية .



وهناك الكثير من البحيرات التي توقفت فيها الحياة بسبب التلوث الحراري الناجم عن مخلفات المصانع مثل بحيرة اورتا الايطالية التي توقفت فيها الحياة منذ اكثر من ستين عاماً ، وبحيرة ايري Erie الامريكية التي يقذف فيها سبعة ملايين متر مكعب من المياه المستعملة من المدن المحيطة وثلاثة ملايين متر مكعب من المياه الملوثة الساخنة الناتجة عن استعمال الصناعة .

8-3 معالجة المياه Water Treatment

بسبب الطلب المتزايد على المياه في مختلف الأنشطة من جهة وبسبب الاهدار والتبذير في استعمالات المياه الذي يشكل نمطاً سلبياً يلحق بهذه الثروة الحيوية والمهمة تهديداً حقيقياً يتمثل في نرف هذه الموارد ونضوبها من جهة ثانية ، فقد عملت معظم الدول المتطورة صناعياً على وضع قوانين وتعليمات وضوابط من اجل صيانة مواردها المائية ، ويتمثل ذلك بضرورة خلو مياه الشرب من جميع اشكال المواد الكيميائية والبكتيريا والعناصر المشعة ، وخلوها من اللون والطعم والرائحة وغيرها من الملوثات ، علماً ان المياه التي بحاجة الى معالجة تشكل كميات كبيرة من مجموع المياه المستعملة تشكل نسبة مياه الشرب 1 % ، والمياه المستعملة لطبخ الاطعمة 3 % ، ولغسيل الثياب 13 % ، ولجلي الاوعية 13 % ، و لدورات المياه والتواليت والحمام 40 % ، بالإضافة الى ري المزروعات وغسيل السيارات وغيرها من الاستعمالات الاخرى . والمتأمل في هذه الارقام يستنتج ان اكثر من 70 % من هذه المياه بحاجة الى معالجة واعادة استعمال .

ويعالج في الاردن حوالي 85 % من مجموع المياه العادمة التي تنتج ، ويستعمل حوالي 85 % من المياه المعالجة التي يبلغ مجموعها 40 مليون متراً مكعباً سنوياً في الزراعة استعمالاً مباشراً وغير مباشر ، ولهذه الغاية يمتلك الاردن اربع عشرة محطة تنقية للمياه العادمة ويتم حالياً انشاء اربع محطات اخرى [65] .

* مرق الصغار - مباديء الاستراتيجية الوطنية لقطاع المياه العادمة في الاردن - دراسات بيئية 1993 [65] .

وبين الجدول رقم (14 - 3) معدلات معالم نوعية المياه المعالجة في محطات التنقية في الاردن .

جدول (14 - 3)

اسم المحطة	نظام التنقية	BOD mg/L	COD mg/L	TSS mg/L	TDS mg/L	NH ₄ ⁺ mg/L	NO ₃ mg/L	Fec.Col 100 ml	الكفاءة % (3)	الاستنتاج	كلفة تنقية 1 م ³ بالنس
السمرات	*	104	361	175	1160	103	10.8	3846	87	غير مقبولة بيئياً	9
الرمثا	*	154	494	263	1156	119	3.3	1500	86	غير مقبولة بيئياً	76
اربد	***	43	146	43	1007	68	35	98840	95	مقبولة بيئياً	70
كفرجبه	**	34	146	46	974	30	110	3198	95	مقبولة بيئياً	200
المفرق	*	220	586	224	1068	142	106	28840	71	غير مقبولة بيئياً	56
جرش	***	13	9	27	790	33	4.2	601	99	مقبولة بيئياً	-
البقعة	**	115	388	98	1075	113	0.93	38330	88	غير مقبولة بيئياً	64
ابو نصير	***	15	83	57	900	4.6	221	222	99	مقبولة بيئياً	117
السلط	***	14	78	24	763	3.1	40	262	98	مقبولة بيئياً	56
مادبا	*	88	591	293	1221	125	1.1	25201	81	غير مقبولة بيئياً	66
الكرك	**	57	209	78	837	47	6.3	302	91	مقبولة بيئياً	138
الطفيلة	**	49	160	44	806	65	5.5	1272	94	مقبولة بيئياً	248
معان	*	72	293	103	1312	68	1.6	5228	94	غير مقبولة بيئياً	71
العقبة	*	50	127	80	959	10	0.9	103	88	مقبولة بيئياً	35
مطار الملكة علياء	***	11	85	24	870		95	787	-	مقبولة بيئياً	-
اللدنية الصناعية	***	28	159	80	1711	11	22.4	-	-	مقبولة بيئياً باستثناء الناحية الكيماوية	-
مصفاة البرول	***	27	108	111	1400	8.8	25	1253	-	مقبولة بيئياً	-
اللدنية الطبية	***	22	134	56	746	4.2	47	98	-	مقبولة بيئياً	-
جامعة مؤتة	***	55	147	100	798	30	79	-	-	مقبولة بيئياً	-

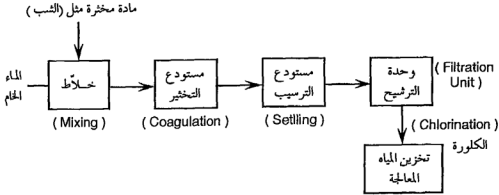
تابع جدول (3 - 14)

اسم المحطة	نظام التنقية	BOD mg/L	COD mg/L	TSS mg/L	TDS mg/L	NH_4^+ mg/L	NO_3^-	Fec.Col. 100 ml	الكثافة %(3)	الاستنتاج	كلفة تنقية م ³ بالأس
جامعة العلوم والتكنولوجيا	***	21	119	29	731	3.3	89	2400	-	مقبولة بيئياً	-
سوققة	***	21	74	19	747	40	0.5	1100	-	مقبولة بيئياً	-

معدلات معالم نوعية المياه المعالجة في محطات التنقية في الاردن [70]

لذلك فان معالجة المياه باتت ضرورة ملحة لاعادة استخدامها في امور الزراعة والاستخدام المنزلي والصناعة حيث تستخدم محطات التنقية ، ويبين الشكل رقم (14) تخطيطاً انسياقياً لمحطة معالجة المياه [64] .

شكل (14)



* نظام التنقية الطبيعية .

** نظام المرشحات البيولوجية .

*** نظام الحمأة المشبعة .

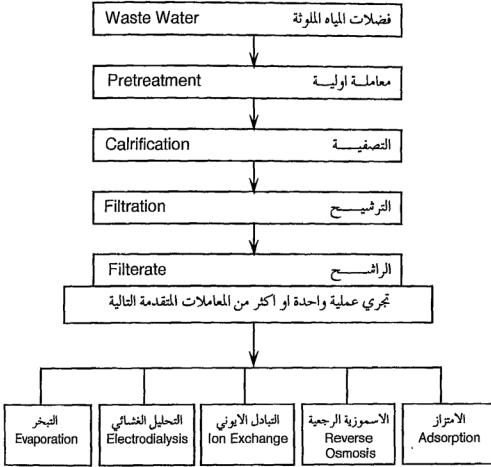
ويضاف للخلاط مادة مخثرة مثل الشب ، وتخلط بسرعة حيث تساعد هذه المادة الجزيئات الغروية على الالتصاق بعضها مع بعض عند تلامسها وتتجمع في مستودع التخثير ويمر الماء الى حوض الترسيب ويترك في احسن الظروف من (4 - 2) ساعات ، وبعد ذلك تصل المياه الى وحدة الترسيب ويتم عندها إزالة الجزيئات الصلبة العالقة ومعظم اللون و 98 % من البكتيريا ، وتعتبر الكلورة الخطوة الاخيرة في معالجة المياه قبل تخزينها وتوزيعها [64] .

ومن الطرق المستخدمة في إزالة الملوحة Desalination وطريقة التقطير Distillation والاسموزية الرجعية Reverse Osmosis والتبادل الايوني Ion Exchange والتحليل الغشائي الكهربائي Electrodialysis ، ويتوقف استخدام الطريقة المناسبة على كمية الماء المراد الحصول عليه وتركيز الاملاح وما يتوفر فيها من مصادر الطاقة [64] .

وللمعالجة مياه المجاري تستخدم طريقة المعالجة الأولية Pretreatment Process ويتم فيها الترشيح والغرلة الميكانيكية وعزل المواد الصلبة القابلة للركود ، وبعد ذلك تستخدم عملية الكلورة لتطهير المياه المعالجة ومن ثم تصل الى مستودع التخزين . والطريقة الثانية هي المعالجة الثانوية Secondary Process ويتبع في هذه الطريقة نفس خطوات طريقة المعالجة الأولية بدون كلورة كخطوة اولى ، وتوفر هذه المعالجة الظروف المناسبة للاكسدة البيولوجية للفضلات العضوية بما يماثل ما يحدث في الطبيعة الى حد كبير حيث تزيل 90 % من الاجزاء الصلبة العالقة ، كما يتم إزالة 50 % من النيتروجين و 30 % من الفسفور ، ولكنها تؤدي الى انخفاض الاكسجين المذاب في المياه المستقبلية . وتستخدم ايضاً طريقة المعالجة الثالثة Tertiary Process ولها كفاءة في إزالة المواد الغذائية وتحسين إزالة المواد الصلبة ، وتشمل طرقاً كيميائية مثل (النيترة البكتيرية او انتزاع النيتروجين البكتيري) وتعرف الطريقة الثالثة كذلك بالطرق المتقدمة في معالجة فضلات المياه على اعتبار انها متقدمة على الطرق الثانوية في المعالجة [64] .

وبين الشكل رقم (15) مخططاً لتسلسل اجراء عمليات المعالجة التي تهدف الى إزالة المواد الطافية والعالقة الكبيرة الحجم [44] .

شكل (15)

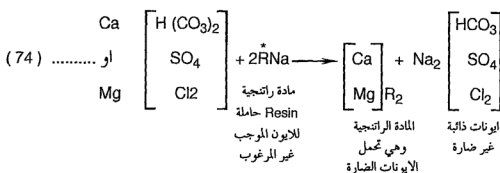


وتستعمل عملية التصفية لازالة كميات إضافية من المواد الصلبة المتبقية بعد العملية الابتدائية وتضاف الكيماويات مثل الشب وكلوريد الحديدك لتساعد على تكتل المواد الصلبة العالقة وتركيدها بالاضافة الى ازالة كافة المواد العالقة تقريباً .

وفي عملية الترشيح التي تتكون وحدتها من مزيج من الرمل والفحم يتم إزالة كافة الدقائق التي بقيت عالقة من التركيد . وبالنسبة لعمليات المعاملة المتقدمة التي يلخصها الشكل اعلاه فانه يستعمل في عملية الامتزاز مواد لها القدرة على سحب بعض المواد المذابة غير المرغوب فيها والروائح والالوان ، ومن هذه المواد مادة الفحم المنشط Activated Charcoal حيث ان لهذه المادة القدرة على امتزاز 98 % من المواد العضوية المذابة والروائح والالوان .

ويستعمل في عملية الاسموزية الرجعية اغشية نصف نفاذة - Semi Permeable Membranes لازالة المواد العضوية واللاعضوية المذابة في المياه ، وما يحدث في هذه الطريقة يكون معاكساً لما يحدث في ظاهرة التنافذ الطبيعية ، ويتم سحب الماء النقي من المحلول الذي يحتوي على املاح مذابة فيه ، وذلك بتسليط ضغط أعلى من الضغط الاسموزي الطبيعي للمحلول وباتجاه معاكس للحركة الاسموزية ، اي بنفس اتجاه الماء الملوث ويتم في هذه الطريقة إزالة 95 % من املاح عسر الماء و 90 % من الاملاح اللاعضوية المذابة ، كما تزال البكتيريا والفيروسات والسيورات بشكل تام .

وفي عملية التبادل الايوني يتم استبدال الاملاح غير المرغوبة المذابة مثل (Mg^{+2}, Ca^{+2}) المسؤولة عن العسر المؤقت Hardness Temporary او العسر الدائم Hardness Permenant بواسطة استبدالها باملاح اخرى غير ضارة ، وذلك باستعمال مادة راتنجية تحمل المواد غير المرغوب فيها . ويبين التفاعل الكيميائي ذلك:



ملاحظة : $(R = \text{المادة الراتنجية Resin})$

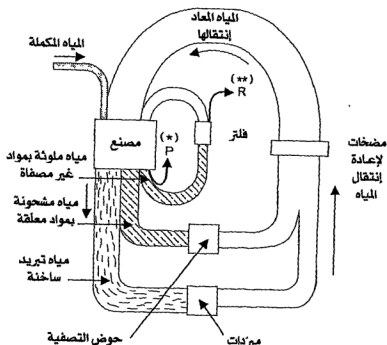
اما في طريقة التحليل الغشائي الكهربائي فتستعمل اغشية خاصة لازالة الاملاح من المياه الملوثة ، وتصنع الاغشية من مواد بلاستيكية معاملة كيميائية لاسحابها خواص ملائمة لتطبيق طريقة التبادل الايوني ، وهنا يتم حجز الايونات غير المرغوب به والمعاكسة في شحنتها لشحنة القطب الذي يتجمع بالقرب منه لحين تصريفها بطريقة ملائمة وبذلك يتم سحبها من المحاليل التي كانت مذابة فيها .

كما ويمكن التخلص من الاملاح غير الطيارة الموجودة مع فضلات المياه بواسطة التبخير حيث يتبخر الماء تاركاً الاملاح والفضلات الثقيلة وراءه وتستعمل هذه الطريقة في تحلية مياه البحر.

ويين الشكل رقم (16) كيفية انتقال المياه في مصنع مع معالجتها وتجديدها

[31] .

شكل (16)



صورة لاعادة انتقال او تسير المياه في مصنع مع معالجتها وتجديدها [31]

(خسائر متنوعة * P= Pertes diverses ، **R= Residues)

وللسيطرة على انتشار الامراض من خلال المياه يستعمل جهاز معالجة المياه حيث يصبح ماء الشرب مأموناً تماماً قبل توزيعه ، وجهاز معالجة صرف المجاري حيث تخضع الفضلات لعمليات خاصة قبل اطلاقها الى الماء .

وتضاف بعض المواد الكيميائية الى مياه الشرب لضمان سلامتها وخلوها من التلوث بمسبباته المختلفة ، ويين الجدول (15 - 3) قائمة باسماء بعض المواد الكيميائية المضافة والغاية من اضافة كل منها :

جدول (15 - 3)

اسم المادة	الغاية من إضافتها
الكلور	لقتل البكتيريا والاحياء المجهرية الضارة .
الفوسفات	لتقليل تآكل الانابيب المعدنية .
مركبات الفلور	لتقليل نخر الاسنان .
الفحم المنشط (الكربون)	لتحسين الطعم وإزالة الرائحة .
الشب (Alum)	لتركيد المواد العالقة .
اللايم (CaO)	لمساعدة الشب في التركيد وتقليل تآكل الانابيب المعدنية .
الامونيا (NH_3)	للتفاعل مع الزيادة من الكلور وإزالة رائحته ، كما ان المركب كلور امين (NH_2Cl) الذي يتكون من التفاعل هو معقم أكثر ثباتاً من الكلور .

بعض المواد الكيميائية في اعداد مياه الشرب وفوائدها كل منها [44]

ومن الطرق المستخدمة لمعالجة المياه استخدام الاوزون* ، ويتصف هذا الغاز بأنه غير مستقر ويغلي على درجة حرارة (112 -) مئوية عند الضغط الجوي ، وكثافته اكبر من كثافة الاكسجين بمعدل (1.5) ضعفاً ، وتكون ذائبيته في الماء ذائبية الاكسجين بمقدار (13) ضعفاً ، ويستطيع الاوزون اكسدة انواع عديدة من المواد العضوية ، وتتضمن انسجة جسم الانسان .

والاوزون غير مستقر في المحاليل المائية عند درجة حرارة (20) مئوية ، ويتراوح نصف العمر له في المحاليل المائية بين (30 - 20) دقيقة ، ويعتبر في الهواء أكثر استقراراً حيث يصل نصف العمر الى 12 ساعة ، وبسبب قوة الاوزون على التأكسد فإنه يستعمل لمعالجة المياه ومنها تطهير البكتيريا وإزالة اللون والطعم والرائحة وإزالة المبيدات والمنظفات والفينولات والسيانيد ، ويستعمل أيضاً في قتل الطحالب وفي اكسدة الحديد والمغنيسيوم الذائب ، ويستعمل للحد من نشاط الفيروسات في المياه [51,60] .

* تلوث المياه بالانواع (انظر في الفصل السادس - تلوث البيئة بالانواع) .

كما يستخدم الكلور في معالجة المياه لتطهيرها ويكون على شكل محلول في الحالة السائلة مثل السافلون وبتركيز 7 % ويضاف ملعقتان كبيرتان لكل لتر مياه ويستعمل ايضا في الحالة الصلبة والحالة الغازية لتطهير المياه من البكتيريا والاحياء المجهرية الضارة [32,51] .

ويبين الجدول (16 - 3) طبيعة ومعدل كميات المواد المضافة في عملية تنقية واعداد مياه الشرب ومن ضمنها الكلور .

جدول (16 - 3)

اسم المادة:	* باوند (ليرة) لكل مليون غالون**
مادة الثب (كبريتات اكسيد الالنيوم)	90 - 110
مادة القمح المنشط (عند استعماله)	10 - 100
اللايم (اكسيد الكالسيوم) (عند استعماله)	10 - 40
الكلور الابتدائي	9 - 11
الكلور النهائي	1 - 1.5
سليكون فلوريد الصوديوم (عند استعماله)	9 - 12
الامونيا الجافة	2.0

طبيعة ومعدل كميات المواد المضافة في عملية تنقية واعداد مياه الشرب [44]

* 1 باوند = 0.4536 كغم .

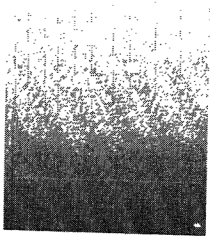
** 1 غالون = 4.546 لتر .



الفصل الرابع

تلوث التربة

Soil Pollution



تلوث التربة

4-1 مكونات التربة وأنواعها

تتكون التربة من الماء والهواء والمعادن والمواد العضوية ، وهذه العناصر الاربعة مرتبة بنظام فيزيائي وكيميائي معقد بحيث تهييء هذه المكونات قاعدة صلبة لتثبيت النباتات ، فضلاً عن تزويدها بمختلف احتياجاتها من المواد الاساسية لبناء أجسامها . ويعتبر الطين Mud محدداً لخواص التربة الفيزيائية والكيميائية والعامل الاساس في التفاعلات التي تتم داخل التربة .

ومن الصفات المهمة للتربة خاصية التبادل الايوني التي تتمثل في وجود الاعداد الهائلة من الشحنات الكهربائية السالبة المحيطة بالجسيمات المسطحة لسيلكات الألمنيوم $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ المكونة للطين ، مما يجعل لهذه الجسيمات القابلية على جذب الايونات الموجبة الى سطحها ، وبمعنى آخر إن بناء الطين وحجم بلوراته الدقيق يجعل له القدرة على ربط الايونات الموجبة والايونات السالبة على سطوح هذه البلورات وتبادلها مع غيرها من الايونات الموجبة والايونات السالبة الموجودة في الوسط المحيط بها [36,37,59,67,73] .

وتعتبر التربة من المقومات الاساسية في الحياة ، فهي تحتوي على عناصر مهمة ومكونات ضرورية للانسان والحيوان والنبات ، اضافة الى أن محلول التربة يحتوي على أيونات سالبة Anions وأيونات موجبة Cations ، وهذه الايونات ضرورية جداً للنبات حيث يتم امتصاصها عن طريق الجذور من التربة ، ويبين الجدول رقم (4 - 1) مكونات التربة الأساسية والأيونات التي يحتويها محلول التربة.

جدول (4 - 1)

الايونات	العنصر
NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-	النيتروجين N
HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$	الفوسفور P
K^+	البوتاسيوم K
Ca^{+2}	الكالسيوم Ca

تابع جدول (1 - 4)

الايونات	العنصر
Mg^{+2}	المغنيسيوم Mg
SO_4^{-2}, SO_3^{-2}	الكبريت S
Na^{+}	الصوديوم Na
Fe^{+2}, Fe^{+3}	الحديد Fe
Mn^{+2}, Mn^{+3}	المنغنيز Mn
Cu^{+}, Cu^{+2}	النحاس Cu
Zn^{+2}	الزنك Zn
MoO_4^{-2}	الموليبيدوم Mo
BO_3^{-2}	البورون B

مكونات التربة الأساسية والايونات التي يحتوي عليها محلول التربة

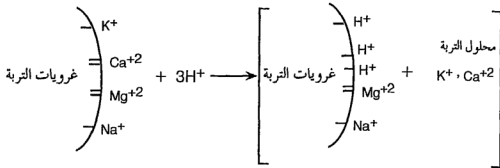
[مصادر متعددة]

ويوجد في التربة نوعان من الحموضة هما الحموضة الحقيقية Actual Acidity وهي تشمل تركيز فعالية أيون الهيدروجين في محلول التربة ، وهو ما يؤثر مباشرة على نمو الجذور والاحياء الدقيقة ، والحموضة الكامنة Potential Acidity وهي تمثل مجموع أيونات الهيدروجين في محلول التربة والايونات المدمصة * منه على معقد التربة الغروي . وتقاس الحموضة الحقيقية للتربة باستخلاص راتنج يستخدم فيه الماء المقطر ، ويتم قياس الـ (PH) فيه بواسطة جهاز (PH - Meter) . أما الحموضة الكامنة او الحموضة الكلية - كما تسمى ايضاً - فتستوجب طرد أيونات (H^{+}) من المعقد الغروي بإحلال أيونات اخرى محلها ، ثم استخلاص راتنج التربة وقياس تفاعله بجهاز (PH - Meter) ، وغالباً ما يستعمل محلول كلوريد البوتاسيوم KCl لاستخلاص ايونات الهيدروجين من المعقد الغروي [49,73] .

* يقصد بالادمصاص Adsorption : ارتباط الأيون بالسطح الغروي لجسيمات الطين (Mud) .

كما ان درجة التغير في حموضة التربة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بـ (السعة البفرية للتربة Buffering Capacity) ، ولهذا السبب فان الهيدروجين الناتج من الفعاليات وجزءاً كبيراً من هذه الغرويات تكون مشبعة بأيونات أخرى غير الهيدروجين ، ويبين الشكل رقم (11) كيف يتم التبادل الايوني بين ايونات الهيدروجين H^+ الموجودة في محلول التربة وبقية الايونات المدمصة على غرويات التربة .

شكل رقم (11)

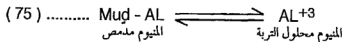


وتتراوح درجة تفاعل التربة Soil PH بين (3 - 10) اعتماداً على نوع التربة ، فمثلاً إن التربة التي تحتوي على حوامض ضعيفة مثل (HCO_3^-) وقواعد قوية (K^+, Na^+) تكون ذات درجة تفاعل مرتفعة نسبياً $(Soil PH > 8)$.

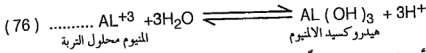
ودرجة تفاعل التربة Soil PH تعبير يقصد به ايضاح حالة تركيز أيون الهيدروجين $[H^+]$ في التربة ويعبر عنه بالعلاقة :

$$Soil PH = - \log [H^+]$$

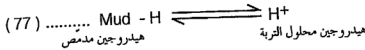
علماً أن التربة أنواع : فهناك التربة شديدة الحموضة التي تحتوي على أيونات الألمنيوم AL^{+3} والهيدروجين H^+ ويكون الألمنيوم على شكل أيون ذائب أو على شكل كاتيونات الألمنيوم أو كاتيونات هيدروكسيد الألمنيوم ، وتتراوح قيمة درجة تفاعل التربة (Soil PH) لهذا النوع من التربة ما بين (4 - 5) ، ويكون الألمنيوم المدمص في حالة توازن مع المنيوم محلول التربة :



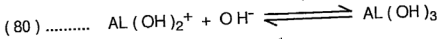
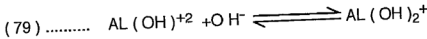
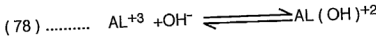
ويتفاعل ألومنيوم محلول التربة مع الماء مكوناً هيدروكسيد الألمنيوم ويحرر أيون الهيدروجين الذي يكون سبباً في حموضة التربة :



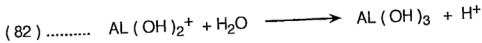
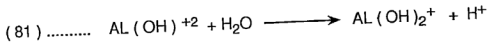
كما أن الهيدروجين المدمص يعمل على زيادة تركيز أيونات الهيدروجين $[\text{H}^+]$ في محلول التربة مما يزيد من حموضتها



وهناك نوع آخر من التربة ، هو التربة متوسطة الحموضة التي تحتوي على مصادر قاعدية تكون أعلى من محتوى الأتربة الحامضية وتتراوح قيمة درجة تفاعل التربة (Soil PH) بين (5 - 6) ، ويوجد الألمنيوم في هذا النوع على شكل هيدروكسيد الألمنيوم .



ويمكن لهذه الهيدروكسيدات ان تحرر ايون الهيدروجين (H^+) في محلول التربة عند تفاعلها مع الماء :

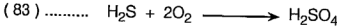


ويوجد نوع ثالث من أنواع التربة هو التربة المتعادلة والقاعدية ، ومن اهم الايونات الموجودة في هذا النوع أيونات الكالسيوم Ca^{+2} والمغنيسيوم Mg^{+2} ، ولا تكون هناك سيادة لأيونات الألمنيوم AL^{+3} وايونات الهيدروجين H^+ في هذا النوع من التربة ، حيث تحمل القواعد محل الهيدروجين او الألمنيوم او كليهما مما يؤدي الى زيادة أيون الهيدروكسيدات OH^- ، وعند ذلك تكون درجة تفاعل التربة Soil PH

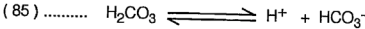
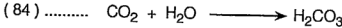
اكبر من 7 .

أما النوع الرابع من أنواع التربة فهو التربة الرطبة التي تمتاز بتساقط كميات كبيرة من الامطار عليها حيث يؤدي ذلك الى غسل للايونات الموجبة الذائبة في التربة ، ويحل ايون الهيدروجين H^+ محل الايونات الاخرى على سطوح معادن الطين مما يجعل صفة هذا النوع من التربة حامضية ، فتقل فيها درجة تفاعل التربة عن $(Soil\ PH < 7)$ ، وتزداد حامضية التربة طردياً بزيادة احلال الهيدروجين محل الايونات الموجبة على سطوح التبادل [36,59,73] .

والنوع الاخير هو التربة الجافة وشبه الجافة التي تحتوي على كبريتيد الهيدروجين H_2S ، وفي حالة استصلاح هذا النوع من التربة تزداد كمية الاكسجين وتتحسن التهوية ، ويقوم الاكسجين هنا بأكسدة كبريتيد الهيدروجين فيتكون حامض الكبريتيك مصدراً للحموضة ، وتزداد درجة الحموضة (تنخفض قيمة PH)

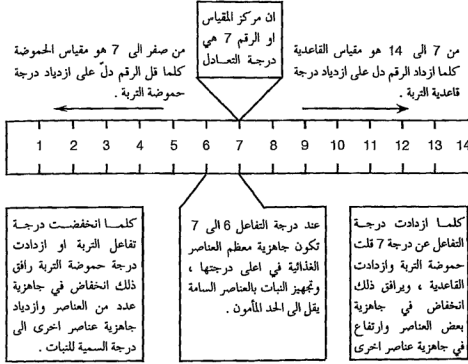


ويعتبر غاز ثاني اكسيد الكربون من أهم ما يذوب في التربة والذي يكون حامض الكربونيك H_2CO_3 ، وهي عملية كيميائية مهمة يتوقف عليها كثير من التفاعلات الكيميائية الاخرى ، وتؤثر على خواص التربة الكيميائية ودرجة تحللها ومن ثم جميع خواصها الاخرى ، ولعل ابرز هذه التأثيرات هو تغير درجة حموضة التربة تبعاً للضغط الجزئي لثاني اكسيد الكربون في هواء التربة وما يذوب منه في محلول الماء او محلول التربة .



وفيما يلي شكل رقم (17) الذي يبين مقياس درجة تفاعل التربة (Soil PH) .

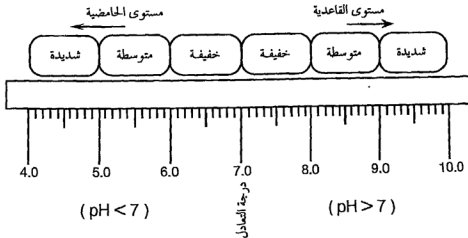
شكل (17)



مقياس درجة تفاعل التربة Soil PH [36]

كما يبين الشكل رقم (18) مستوى الحامضية ومستوى القاعدية للتربة
اعتماداً على قيم الرقم الهيدروجيني للتربة .

شكل (18)



مستوى حامضية التربة وقاعديتها اعتماداً على قيم تفاعل التربة Soil PH [36]

ان الدرجة المثلى لتفاعل التربة Soil PH تعتمد على طبيعة التربة ، وافضل درجة تفاعل للتربة العضوية هي التفاعل الحامضي ، كما تحتاج التربة المعدنية الى PH اكثر ارتفاعاً كلما ازداد المحتوى الطيني فيها ، حيث تكون فقيرة في محتواها الغذائي لبعض العناصر التي تقل جاهزيتها بارتفاع PH التربة مثل الفوسفات والزنك .

وتؤثر درجة تفاعل التربة على الاحياء المجهرية التي تعيش في التربة حيث تنمو الفطريات (Fungi) بشكل جيد في التربة الحامضية ($PH < 5.5$) ، وتنمو البكتيريا في التربة التي تكون فيها درجة التفاعل عالية ($PH > 8$) [49,73] .

2- 4 مصادر تلوث التربة

تعد التربة عنصراً مهماً في الحياة ، فهي المصدر الذي يمدُّ الكائنات بالحياة من خلال ما ينبت فيها من زرع مختلف ألوانه يلزم الانسان والحيوان كغذاء ليمكن الكائن الحي من الاستمرار في الحياة . فالتربة اذاً هي مصدر السلة الغذائية التي تحفظ الأمن الغذائي للإنسان اني وجد ، لذا فان المحافظة على التربة سليمة ونظيفة وقوية فيما تحتوي عليه من عناصر يعتبر حفاظاً على الحياة .

ومع هذا تمتد ايدي العبث والاستهتار الى تلوث عناصر التربة بقصد او غير قصد ، مما اثر على نوعية انتاجها ومدى جودته وصلاحيته للاستهلاك ، وانعكس ذلك بالتالي على مصادر الغذاء فأصبحت ملوثة . وتعتبر الكيماويات من اهم مصادر تلوث التربة وخاصة مبيدات الآفات الزراعية والاسمدة الكيماوية حيث تشير الاحصائيات الصادرة عن منظمة الاغذية والزراعة الدولية الى وجود اكثر من 1000 مادة كيميائية تستعمل لإبادة الآفات الزراعية ، وتمتاز هذه المواد بخاصية التراكم في داخل التربة ، الامر الذي أدى الى موت وانقراض عدد كبير من الطيور والاسماك والحيوانات ، بالإضافة الى تراكمها في السلسلة الغذائية للكائنات الحية . كما تتلوث التربة بالفضلات المنزلية والصناعية الصلبة والسائلة ، والأمطار الحامضية والاشعاع* .

وأذكر هنا أهم ملوثات التربة بشيء من التفصيل :

* تلوث التربة بالاشعاع (انظر في الفصل السادس - تلوث البيئة بالاشعاع) .

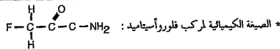
3 - 4 تلوث التربة بالكيماويات الزراعية

بسبب الإكثار الخاطيء من استعمال الاسمدة الكيماوية والمبيدات الفطرية والحشرية أخذت الخصوبة بالتدهور ، حيث تترك بعض الاسمدة أثراً على التربة ، وأخرى لا تترك أي أثر على رقم حموضة التربة الذي يعتبر المؤشر الوحيد لظروف التربة العامة ، ويقصد بالحموضة : المادة التي تعطي بروتونات في الاوساط السائلة ومن ضمنها الماء ، ومصدر حموضة التربة يأتي من المادة العضوية وأطيان الألمنيوم السليكاتية وأكاسيد الحديد والألمنيوم المائية والألمنيوم المتبادل والأملاح الذائبة وثاني أكسيد الكربون [36,37,49,67,73] .

وقد وجد ان معظم الاسمدة النيتروجينية مثلاً ، لها تأثير في زيادة حموضة التربة في حين أن اسمدة الفوسفور والبوتاسيوم لا تترك أثراً على حموضة التربة او قاعدتها . كما أدى الإفراط في استعمال هذه الكيماويات الى التأثير على التوازن الطبيعي مثل موت حيوانات وحشرات كانت تتطفل وتتغذى على حيوانات وحشرات أخرى ، مما حوّل هذه الأخيرة الى آفة زراعية ، واضطر الانسان الى استعمال مبيدات أكثر نوعية وقوة ، ونتج عن ذلك ظهور سلالات من هذه الطفيليات أكثر مقاومة للمبيدات ، وازدادت بالتالي كمية هذه المبيدات في البيئة ، كما انقرض العديد من الحشرات الملقحة للازهار ، فأدى ذلك الى خلخلة النظام البيئي الزراعي ، بالإضافة الى خطورة هذه المبيدات التي تتركز في التربة وتبقى فيها مما يؤثر على خصوبتها وضعف نسبة عناصرها .

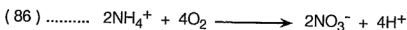
كما ان استعمال المبيدات أدى الى تركّزها في السلاسل الغذائية ، ومثال على ذلك D.D.T. حيث ان الجزيء الذي يسقط على سطح التربة يجري امتصاصه من قبل ديدان الأرض التي ركزت في جسمها ، وقد أدى استهلاك عصافير الشحور المهاجرة لديدان الأرض هذه الى اباداة قسم كبير منها نتيجة تسممها بـ D.D.T. الذي يؤثر في جهازها العصبي ويسبب لها التشنج والشلل [26,194] .

وأذكر هنا ، حادث تلوث مدينة سماردن Smarden في مقاطعة كنت Kent البريطانية بمادة فلورو إستياميد* Flu oro Acetamide وهي مادة سامّة قوية جداً

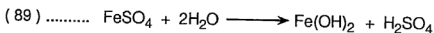
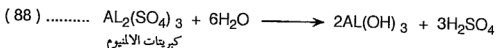
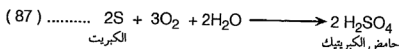


كانت تستخدم كمبيد حشري عام 1963 ، وللتخلص من هذا المبيد اتخذت السلطات البريطانية إجراءات تمثلت بالعمل على إزالة التربة الملوثة كلها حيث كلف ذلك الكثير من الأموال ، وقد ثبت فيما بعد أن بعض أنواع البكتيريا تكون قادرة على تحليل هذا المبيد الى مكونات غير سامة مما يوفر حلاً سريعاً وفعالاً [70] .

كما تؤثر الاسمدة الكيميائية على التربة حيث تتفاعل معها ، وتعمل هذه المواد الكيميائية إما على زيادة حموضة التربة او زيادة قاعدتها ، ويعتمد ذلك على نوعية الاسمدة المضافة ، فمثلاً الاسمدة النيتروجينية التي تحتوي على الامونيوم NH_4^+ تؤدي الى زيادة حموضة التربة نتيجة تحرر أيونات الهيدروجين الموجبة (H^+) تؤدي الى زيادة حموضة التربة نتيجة تحرر أيونات الهيدروجين الموجبة (H^+) عند أكسدة الاسمدة النيتروجينية ، والتفاعل رقم (86) يبين ذلك :



وكذلك الحال بالنسبة لاسمدة الكبريت مثل الكبريت وكبريتات الألمنيوم وكبريتات الحديد وغيرها حيث تكون هذه الاسمدة بتفاعلاتها حامض الكبريتيك داخل التربة ، ويقوم هذا الحامض بتحرير أيون الهيدروجين المسبب للحموضة ، كما يتضح ذلك في التفاعلات الكيميائية التالية :

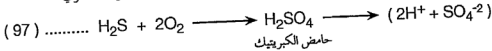
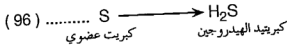
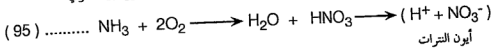
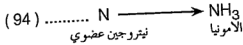
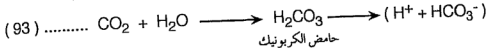
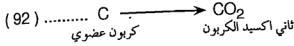


ويتحلل حامض الكبريتيك داخل التربة مكوناً أيون الهيدروجين المسؤول عن حموضة التربة :



هذا بالإضافة الى الاسمدة العضوية المضافة الى التربة التي تسبب الحموضة لها ، حيث ان الكربون و النيتروجين والكبريت تعتبر من اهم مكونات المادة العضوية ،

والتفاعلات الكيميائية التالية توضح ذلك :

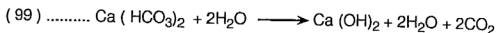
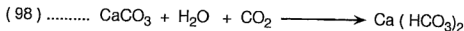


ونلاحظ في التفاعلات (93) ، (95) ، (97) تحرر أيون الهيدروجين H⁺ الذي يزيد من حموضة التربة ، كما أن النترات NO₃⁻ التي تشكلت في التفاعل (95) لها تأثير سام جداً حيث تذوب بسهولة في المياه ، وتأخذها مياه الأمطار مما يؤدي الى تلوث المياه السطحية والبحيرات او تمتصها بعض انواع النباتات مثل السبانخ وتتمخزن في جسمها حيث وجد أن السبانخ تحتوي على 3.5 غرام من النترات NO₃⁻ في الامعاء وتتحول الى نيتريت NO₂⁻ وهي سامة جداً ، وأن الكمية الزائدة من النترات تدخل اضطراباً في وظائف النباتات حيث تنخفض ازهارها وتعطي كميات اقل من الثمار والبذور [58,67,160,194] .

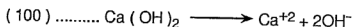
ويضاف في التربة الشديدة الحموضة كربونات الكالسيوم (اللايم) CaCO₃، وذلك للتخلص من الحموضة في التربة والعمل على تحسين خواص التربة المختلفة حيث تنهياً ظروف جيدة لنمو النباتات ونشاط الاحياء الدقيقة ، كما ان الكالسيوم يعمل على تجميع غرويات التربة Coagulation Soil Colloids ويحسن من بناء التربة ويزيد من تصريف ماء التربة وتهويتها .

وتكون كربونات الكالسيوم عملياً غير ذائبة في الماء النقي علماً أن نسبة

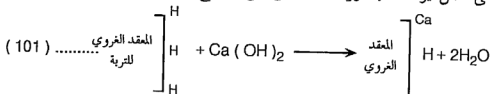
ذائبيتها في الماء هي (1 جزء من CaCO_3 : 10000 جزء من H_2O) ، وذائبيتها في المياه المحتوية على ثاني اكسيد الكربون CO_2 تصل الى (60 جزء من CaCO_3 : 100000 جزء من H_2O) ، وهنا يتأثر ثاني اكسيد الكربون الموجود في محلول التربة وتتحول كربونات الكالسيوم CaCO_3 الى بيكروبنات الكالسيوم $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ الذائبة :



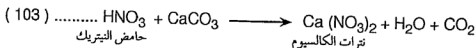
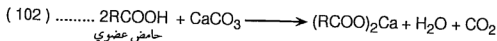
ومن التفاعل (100) نستنتج ان تركيز أيونات الهيدروكسيل (OH^-) والكالسيوم (Ca^{+2}) تزداد في محلول التربة الذي يحتوي على بيكروبنات الكالسيوم :



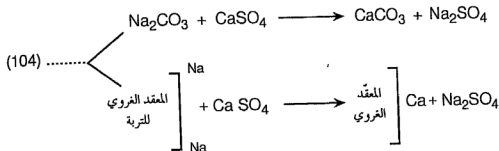
ويتم معادلة حموضة التربة عن طريق أيونات الكالسيوم Ca^{+2} التي تعمل على فصل أيونات الهيدروجين H^+ من على سطوح المعقد للتربة :



وتتفاعل كربونات الكالسيوم (اللام) مع الحوامض العضوية والحوامض الحرة مثل حامض النيتريك HNO_3 حيث يعمل ايضاً على معادلة حموضة التربة التي تحتوي على هذه الحوامض :

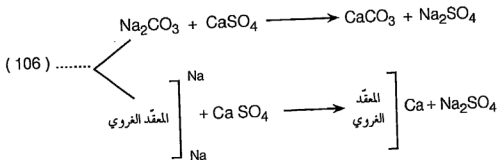
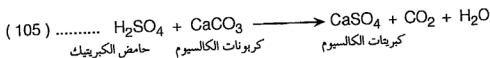


كما تستخدم كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ لمعالجة التربة القلوية التي تكون فيها درجة تفاعل التربة (Soil PH > 8) حيث تحل ايونات الكالسيوم Ca^{+2} محل ايون الصوديوم Na^+ في المعقد الغروي مما يساعد على تحسين خواص التربة الفيزيائية التي تسمح للصوديوم والاملاح الذائبة لتغسل من التربة .



وعند ظهور كميات كبيرة من كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 في محلول التربة ، فانها تكون مصدراً ضاراً على نمو وتطور النباتات ، ويقتضي التخلص من ملح كبريتات الصوديوم الذائب عن طريق عملية الغسل بواسطة مياه الري الكثيفة وخصوصاً في التربة التي تزيد فيها نسبة الصوديوم عن 20 % .

ويستخدم أيضاً حامض الكبريتيك لمعادلة التربة القاعدية ، ويتم التفاعلات الكيميائية في هذه الطريقة بمرحلتين كما يبين ذلك التفاعلات (105) و (106) .



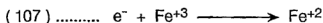
وتستخدم مواد اخرى لمعادلة التربة القاعدية ، ويبين الجدول رقم (2 - 4)
المواد المستخدمة لهذه الغاية :

جدول (2 - 4)

المادة المستخدمة	الصيغة الكيميائية
كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس)	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
حامض الكبريتيك	H_2SO_4
كبريتات الحديدك	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$
كلوروريد الكالسيوم	$\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
نترات الكالسيوم	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
سلفات الالمنيوم	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

المواد المستخدمة لمعادلة التربة القاعدية [73]

ومن الاسمدة المستعملة ايضاً ، أسمدة عنصر الحديد مثل كبريتات الحديدوز $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ الذي يعتبر من اكثر اسمدة الحديد انتشاراً او استعمالاً في خصوبة التربة وتغذية النبات ، ولكن في التربة المغمورة بالماء يحصل اختزال للحديد من Fe^{+3} الى Fe^{+2} :



وهذا يؤدي الى زيادة صورة الحديد الاكثر جاهزية لامتصاص النبات له والاكثر ذوباناً ، وقد تؤدي عملية الاختزال هذه عن طريق الكائنات الحية غير الهوائية الى زيادة تركيز الحديد الذائب في محلول التربة الى حد السمية للنبات . وهنا ، يجب الابتعاد عن المفهوم الذي يعتبر التربة مخزناً ندخل فيه كميات كبيرة من الاسمدة الكيميائية المصنعة ليستهلكها المحصول ، بل علينا ان نفكر بالتوازنات البيولوجية وبالسلاسل الغذائية التي تميز الاجهزة البيئية التي تستطيع وحدها الاستمرار في المحافظة على خصوبة التربة ، ولا بد كذلك من تنظيم المكافحة الكيميائية للآفات وتشجيع المكافحة الحيوية والفسيلوجية والوراثية . [36,37,67,73,140]

4 - 4 تلوث التربة بالفضلات المنزلية والصناعية

لقد اصبحت معظم تربة المدن ملوثة بالرصاص الناتج من مصادر عدة ، وبخاصة التلوث الصناعي والدهانات المستخدمة لطلاء الجدران المنزلية من الخارج ومن البنزين المستعمل كوقود لوسائل النقل ، بالإضافة الى تلوثها بالكثير من العناصر الثقيلة الاخرى مثل الحديد والنحاس والكاديوم ، حيث ان الارتفاع في تركيزات هذه العناصر يؤدي الى اصابة التربة بالحموضة ، كما ان هذه العناصر تتحول بفعل المياه الحامضية من أملاح غير قابلة للذوبان الى أملاح تذوب في المياه محدثة اضراراً جسيمة على الاحياء النباتية والحيوانية [14,62,63,143,148,173] .

كما تتلوث التربة عن طريق ري المحاصيل بمياه المجاري ومياه الانهار الملوثة التي تطرح فيها الفضلات المنزلية والصناعية ، وأن الاستمرار في استعمال هذه المياه الملوثة يؤدي الى هدم بنية التربة وانسداد مساماتها وبالتالي تخفيض تهوية الجذور وتسرب الماء ، بالإضافة الى تملح التربة على المدى الطويل بسبب نقص كمية المياه العذبة ، مما ينعكس على مردود المحاصيل الزراعية حيث تقل ، وتعمل المياه الملوثة بالفضلات الصناعية ايضاً على تخفيض خصوبة التربة بسرعة وتحويلها الى اراض غير قابلة للزراعة .

وأدى تلوث التربة بالفضلات الصناعية كذلك الى تدهور في النبات الطبيعي وخصوصاً في الغابات ، مما أثر على التربة حيث تتعري وتصبح عرضة للانجراف الشديد بواسطة مياه الامطار والرياح ، وهذا يقود ايضاً لتحويل المراعي الى اراض قاحلة ، كما أن التربة تصبح جافة وخاصة على المنحدرات لعجزها عن امتصاص مياه الامطار [12,74,86] .

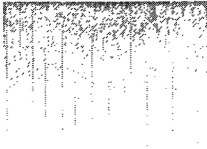
5 - 4 تلوث التربة بالامطار الحامضية

سبق وأن أشرت في الفصل الاول الى كيفية تشكّل المطر الحامضي Acid Rain* حيث أن تساعد غازات الاكاسيد المختلفة الى الجو مثل أكاسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت يؤدي الى تفاعلها مع قطرات بخار الماء ، وبالتالي تتساقط الامطار الحامضية على شكل حامض الكربونيك والنيتريك

* انظر في الفصل الاول - ظاهرة المطر الحامضي .

والكبريتيك ، وتعمل هذه الامطار على إحداث تغيير في طبقة الارض الزراعية ، وتذيب عدداً من العناصر والمركبات التي تسري الى جوف التربة ، وقد تظهر في المياه الجوفية التي تستخدم في الشرب ، ومن الممكن ان تحتوي هذه المياه على عناصر ذائبة مثل الرصاص والزنك والنحاس .

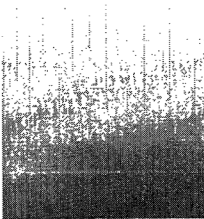
كما تعمل الامطار الحامضية على زيادة الحموضة في التربة حيث يقل مستوى الرقم الهيدروجيني في التربة (Soil PH) ، مما يؤثر على التربة وتخريب الطبقة السطحية فيها ، ويلحق الضرر في خصوبتها ويؤدي الى موت النباتات واصفرار اوراقها في بعض الاحيان .



الفصل الخامس

التلوث الغذائي

Nutrition Pollution



التلوث الغذائي

1- 5 ما المقصود بالتلوث الغذائي ؟

كما لم تسلم التربة من مصادر التلوث البيئي ، فان ذلك انعكس بدوره على تلوث الغذاء وخاصة بسبب استعمال المبيدات في المزارع واستعمال الكثير من الكيماويات المصنعة والمضافة الى الغذاء من اجل اطالة زمن حفظه او تحسين طعمه أو رائحته . ويرتبط التلوث الغذائي ارتباطاً مباشراً بتلوث الماء والتربة لانهما يشكلان القاعدة التي يتكون منها الغذاء ، حيث تنمو النباتات في التربة وتحتاج الى الماء كي تستمر بالنمو والحياة ، ويتغذى الحيوان على النبات ، فاذا كانت مصادر المياه والتربة والهواء ملوثة انعكس ذلك على الغذاء فصار ملوثاً .

ويتلوث الغذاء ايضاً بسبب تعرضه للفساد بفعل عوامل حيوية تؤثر على الكربوهيدرات والبروتينات والدهون ، بالإضافة الى التغييرات التي تسببها الانزيمات والتغيرات التي تسببها الاكسدة والظروف المحيطة بالغذاء مثل درجة الحرارة والرطوبة وطرق النظافة السليمة .

يقصد بالتلوث الغذائي Nutrition Pollution أي تغيير يطرأ على الغذاء ويكون ضاراً بالصحة ، ويكون سبب هذا التغيير فساد الطعام كيميائياً أو بكتيرياً * . ويشمل التلوث الغذائي حالات التسمم والتلوث الكيميائي والبكتيري التي قد تحدث ايضاً عند صناعة الاغذية وحفظها ، وهناك مواصفات عالمية تحدد نوعية الاغذية ومحتواها الكيميائي التي تؤكد عدم وجود المواد الملوثة او وجود بعضها بكمية لا تتجاوز حداً معيناً مع مواصفات اخرى [24,25,52] .

ومشكلة تلوث المواد الغذائية في منطقتنا العربية أصبحت تطفو على السطح خاصة بعد ارتفاع اصوات العلماء لمخاطر تلوث الغذاء على صحة المواطن العربي ، ومخاطر ذلك على الاجيال القادمة اثر وجود ارتباط واضح بين تلوث المواد الغذائية بالعناصر الثقيلة والمبيدات والنترات والنيتريت والمواد المكسبة للون والطعم والرائحة والنكهة والمواد الحافظة ، مما أدى الى ظهور حالات من التخلف العقلي وحالات الاجهاض عند النساء ، وحالات الاطفال المشوهين وحالات الاطفال ناقصي الوزن الى غير ذلك من العوامل التي تؤثر على الاجيال القادمة [65] * .

* أحمد عبدالوهاب عبدالرحمن - نحو استراتيجية اقليمية وعربية لحماية البيئة [65] .

2- 5 تلوث الغذاء بالكيماويات

بسبب الاستعمال الكبير للاسمدة الكيماوية والمبيدات التي تنتقل الى الحيوانات عند تناولها للنباتات التي سبق رشها ، فقد أدى ذلك الى تخزين هذه المبيدات في أجسام هذه الكائنات خصوصاً في الاجزاء الدهنية التي تعتبر مصدراً لتجميع المبيدات ، كما تتركز المبيدات في التربة مما ينعكس على السلسلة الغذائية ، وقد وجدت بقايا ليست قليلة من D.D.T. مثلاً في كل حلقات السلسلة الغذائية ، ودلت التجارب والتحليل المخبرية على أن هذه البقايا تتركز في قشور الجزر وفي نخالة القمح ، وهي تصل الى الانسان عن طريق أكل اللحوم والحليب حيث تتغذى الحيوانات على نخالة القمح او مباشرة عن طريق تناول الانسان للجزر ، ولقد اصبحت الخضار والفواكه اكثر عرضة للتلوث بفعل هذه الكيماويات التي لها تأثير تراكمي مما يلحق أضراراً خطيرة في صحة الانسان مثل السرطان والفشل الكلوي [60,141,160,194] .

ومن متبقيات المبيدات ايضاً مبيد الميثيل بروميد (CH_3Br) حيث يتم تعريض التربة لبخار هذا المبيد Soil Fumigation مما يؤدي الى تشكل أيون البروميد Br^- ، كما تتجمع هذه المتبقيات في المحاصيل التي تنمو في التربة ، ولقد بين احد التقارير وجود متبقيات لايون البروميد في المحاصيل التي تم زراعتها في بريطانيا ، وتم تحديد تركيز الميثيل بروميد الذي وصل الى (100 ملغم / كغم) في حين ان الحد المسموح به لا يتجاوز 5 ملغم / كغم [160,194] .

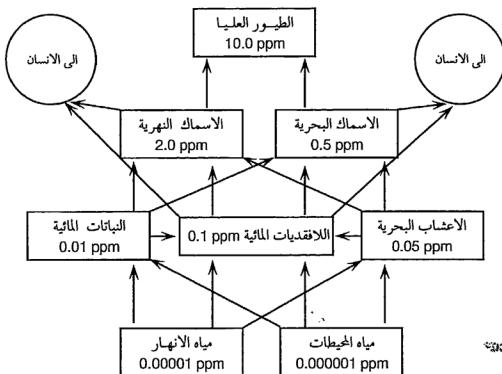
وتم فحص نسبة البروميد في ثمار البندورة Tomato في التربة التي تعامل بمبيد برومو ايثان ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$) ، ووجد ان تركيز أيون البروميد (30 ملغم / كغم) ، ووصل تركيزه في الخس Lettus في بعض العينات التي تم تحليلها الى 25 ملغم / كغم في التربة الرملية و 63 ملغم / كغم في التربة الجافة .

كما وجد متبقيات لمبيد أو كساميل Oxamyl في الموز Banana بمعدلات مرتفعة تصل الى 50 % فوق الجرعة المسموح بها في مناطق مختلفة من أمريكا ، وكان مستوى المتبقيات في الثمرة أقل من شجرة الموز ككل حيث وصل التركيز الى اقل من 0.02 ملغم / كغم ، وأن مستوى المتبقيات في القهوة Coffee اقل من 0.02 ملغم / كغم في معظم العينات التي تم فحصها ، ووجد ان قسماً منها يحتوي على تركيز 0.08 ملغم / كغم .

ووجدت أيضاً متبقيات لمبيد اوكساميل في كل من الذرة Maize في بعض الولايات الامريكية حيث كانت اقل من 0.02 ملغم / كغم ، وكان مستوى المتبقيات من الخضراوات والفواكه يتراوح ما بين (0.01 - 0.11) ملغم / كغم في ثمار محصول البطاطا غير الناضجة واقل من 0.01 ملغم / كغم في الدرنات الناضجة في كل من هولندا والسويد [160,194] .

ويبين الشكل رقم (19) زيادة تركيز مبيد D.D.T. خلال السلسلة الغذائية ووصول الخطر الى الطيور والانسان بسبب فترة البقاء الطويلة التي تتميز بها مادة D.D.T. التي تحتفظ بتركيبها الى حد كبير داخل اجسام الحيوانات الملوثة بها ممّا سيؤدي بالتاكيد الى وصولها الى الانسان .

شكل (19)



زيادة تركيز D.D.T. خلال السلسلة الغذائية بالتكبير البيولوجي ووصول الخطر الى الطيور العليا والانسان [44]

وللمبيدات التي تستعمل في الحروب الكيماوية دور أيضاً في تلوث الغذاء ، حيث يمكن ان يتعرض الانسان والحيوان لجرعات مرتفعة منها يأخذها عن طريق الغذاء والماء ، وتكون سميتها أعلى بكثير من تلك المستعملة في الزراعة .

وتتلوث المواد الغذائية بالكيماويات عن طريق خاصية التراكم ، حيث تتعلق المادة السامة في الخلايا عبر السلسلة الغذائية نتيجة قدرة الخلايا على ادخارها وتركيزها في آن واحد ، وتؤدي كذلك الى حدوث اصابات بانواع شتى عند وصول تلك الملوثات التركيز الحرج ، بالإضافة الى التلوث الكيماوي للاغذية عن طريق الخطأ مثل التلوث بالرصاص والزئبق والزرنيخ وغيرها التي تلوث الاغذية فتصبح سامة ، وبهذا الخصوص هناك تشريعات غذائية تحرم اضافة المواد الكيماوية السامة الى الغذاء ، لذلك فان تلوث الغذاء بالمواد الكيماوية يعتبر أقل حدوثاً من الفساد او التلوث البكتيري الناتج عن العمليات الحيوية .

وتتلوث الاغذية أيضاً بالمواد الحافظة والمنكهات والملونات التي تضاف لبعض المنتجات الغذائية بقصد اطالة مدة حفظ وثبات الاطعمة ، وفي حالة اضافتها بتركيز عالية فان ذلك قد يؤثر على صحة الانسان مسببة له امراضاً شتى ، لذا يجب أن تضاف بتركيز قليلة جداً لتمنع الفساد الكيماوي والفساد الميكروبي في الاغذية . ومن الامثلة على المواد الحافظة حامض الخليك CH_3COOH وحامض الفوسفوريك H_3PO_4 والسوربيتول وغيرها [102,103] .

كما ان المواد القلوية التي تتطاير من مصانع الاسمنت والملوثات من الغازات وأكاسيدها والأمطار الحامضية لها تأثير سيء على فسيولوجيا النبات حيث تصفر وتذبل مما يعكس سلباً على الانتاج وتؤدي الى تلوث الهواء بالكيماويات ، ولذلك تأثير على الحيوان حيث يؤدي الى تشوه الأجنة ويلوث الماء والغذاء الذي يتناوله الحيوان وبالتالي تتلوث منتجات الالبان واللحوم . وقد لوحظ ان الحيوانات التي تتواجد بالقرب من مصانع الألمنيوم والاسمدة الفوسفاتية تصاب بتآكل الاسنان وهزال ونقص في ادرار الحليب بسبب تلوث الهواء بمركبات الفلور ، وهذا يعتبر مصدراً آخر من مصادر تلوث الغذاء ، وتعاني مناطق عديدة في العالم من مستويات عالية لعنصر الكادميوم في الاغذية التي تؤدي الى إخلال في وظيفة الكلى .

وتتلوث الاغذية أيضاً عن طريق السيارات المحتوية على المواد الهيدروكربونية الضارة بصحة الانسان ، وكذلك المنظفات التي تحتوي هي الاخرى على مواد ضارة

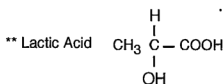
بالصحة ، وقد تخلص هذه المنظفات عن طريق الانسجة ولا يسهل إزالتها عن طريق الغسيل بالماء بعد ذلك . كما تتلوث الأغذية بالهورمونات Hormones التي تنتقل الى دم الطيور ولحومها وبالتالي الى الانسان أثناء تغذيته عليها مما يؤدي الى حدوث اختلال في التوازن الفسيولوجي في جسم الانسان .

وقد تتعرض المعلبات للفساد الكيميائي بسبب تآكل جدران العلبة او تغير لون الغذاء المعبأ او انتاج غاز الهيدروجين وانتفاخ العلبة وتغيير طعم الدهون والزيوت بشكل مزعج .

3- 5 تلوث الغذاء بالبكتيريا

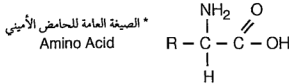
تعتبر المنتجات الغذائية النباتية منها والحيوانية غذاءً للكثير من الاحياء الدقيقة الموجودة في هذه الاغذية ، ومصدر وجود هذه الميكروبات التي تلوث الغذاء هو الماء او الهواء او التربة . فاللحوم المعرضة للجو تتلوث بميكروبات الهواء ، والمحاصيل التي تنمو تحت سطح التربة مثل الجزر والبطاطا تتلوث بميكروبات التربة ، وكذلك ماء الري الذي يكون مصدراً لتلوث المحاصيل في الأراضي الزراعية ، كما أن مشتقات الالبان قد تتلوث من قبل الانسان الذي يقوم بعملية حلب الابقار والمواشي نتيجة عدم اتباع القواعد العامة للنظافة .

ان تعرض الاغذية للتعفن والتحلل بفعل الاحياء الدقيقة يؤدي الى احداث تغييرات في نوعية الغذاء ، وتعتمد طبيعة هذه التغييرات على نوع الاحياء الدقيقة المسببة للفساد وعلى تركيب الغذاء . فمثلاً الاغذية التي تحتوي على الكربوهيدرات Carbohydrates* تتعرض للتخمر بفعل الاحياء الدقيقة التي تفضل السكريات وتنتج أحماضاً تحلل السكريات الى حامض اللبنيك Lactic Acid** الذي ينتج عنه حالات كثيرة من فساد الاغذية [53] .

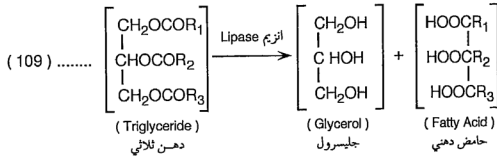
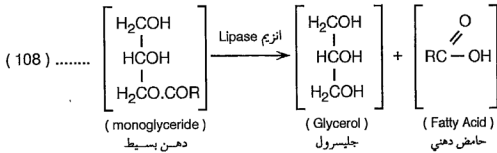


* تصنف الكربوهيدرات حسب تركيبها الكيميائي الى السكريات الأحادية Monosaccharides مثل السكريات الخماسية Pentoses (سكر الزيلوز - Xylose) والسكريات السداسية Hexoses (الجلوكوز - Glucose) وتشمل ايضاً على السكريات الثنائية Disaccharides مثل السكروز (جلوكوز + فركتوز) واللاكتوز (جلوكوز + جلاكتوز) والمالتوز (جلوكوز + جلوكوز) . إضافة الى الكربوهيدرات عديدة السكر Polysaccharides مثل النشا Starch والجليكوجين Glycogen (نشأ حيواني) .

كما أن الأغذية البروتينية Proteins تتحلل بفعل التأثير البكتيري على الأحماض الأمينية Amino Acid* التي تتحلل بدورها وتكون الأمينات الحرة عن طريق هدم مجموعة الكربوكسيل (COOH) ، ولذلك يصبح الغذاء ساماً نتيجة لتكون بعض الأمينات ذات الأثر السام الضعيف ، وقد يكون التحلل البروتيني شديداً إلى حد إنتاج غاز الأمونيا وغالباً ما يصحب هذا التحلل البروتيني روائح كريهة .

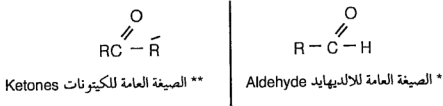


وتتعرض الدهون Lipids إلى التحلل الحيوي بدرجة أقل من الكربوهيدرات والبروتينات ، حيث تعمل بعض الاحياء الدقيقة المحتوية على انزيمات الليباز Lipase على تحلل الدهون منتجة أحماضاً دهنية وجليسرول ، كما هو واضح في التفاعلين التاليين :



وهذه النواتج من الجليسرول والأحماض الدهنية قد تتعرض للتخمر ، وتؤثر الفطريات أيضاً على الدهون بدرجة أكبر من البكتيريا ، لذلك فالأغذية التي تحتوي

على الفطريات مثل (الجبن الذي يجري انضاجه بالفطريات) تحدث فيها تغيرات واضحة في دهونها ، كما ان الاحياء الدقيقة تعمل على تكسير سلاسل الاحماض الدهنية لانتاج احماض اقصر وألدهيدات Aldehydes* و كيتونات Ketones** و بيروكسيدات Peroxides و تؤدي هذه التغيرات الى اختلاف طعم ورائحة الغذاء ويعرف ذلك بـ « ترنخ الدهن Lipid Rancidity » .



وتحدث تغيرات أيضاً بفعل الانزيمات التي تفرزها الاحياء الدقيقة ، فمثلاً تتحلل اللحوم أثناء تخزينها بفعل انزيماتها عندما تنتهي الظروف لنشاط هذه الانزيمات ويعزى سبب فساد هذه اللحوم الى الاحياء الدقيقة وانزيمات اللحوم .

هذا بالإضافة الى الظروف المحيطة بفساد الاغذية وتلوثها التي تشكل مجموعة من العوامل البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة ، والوسط الذي تنمو فيه الاحياء الدقيقة تسهم هي الاخرى في فساد الاغذية ، فمثلاً يجب تخزين الغذاء على درجة حرارة منخفضة لان ذلك يحول دون نمو الاحياء الدقيقة الملوثة للغذاء ، كما يجب تبريد الالبان واللحوم مباشرة وتخزينها على درجة حرارة منخفضة ، حيث تؤدي درجة الحرارة العالية الى زيادة نمو ونشاط هذه الكائنات مما يسبب فساد الاغذية ، ويعتمد ذلك ايضاً على طبيعة المادة الغذائية .

وللرطوبة ايضاً دور في تلويث الاغذية حيث تختلف نسبة الرطوبة الملائمة للاحياء الدقيقة باختلاف قيمة الرقم الهيدروجيني PH ونسبة ملح الطعام ، فمثلاً ان انخفاض نسبة الرطوبة في الحبوب الغذائية مثل القمح والارز الى اقل من 15 % يحد من نمو البكتيريا وفساد هذه الحبوب حيوياً ، في الوقت الذي يكون فيه الوسط مناسباً لنمو الاحياء الدقيقة عندما تتراوح قيمة الرقم الهيدروجيني PH ما بين (14 - 10) .

وتنتقل بعض الميكروبات من مجموعة السالمونيلا Salmonella الى الانسان بسبب فساد الاغذية مما يؤدي الى إصابته بالتسمم وحمى التيفوئيد ، ويسبب قسم منها القيء والمغص اذا ابتلع الانسان عدداً من الاحياء الدقيقة عن طريق الغذاء الملوث،

وهناك الجراثيم ومنها جرثومة المكورات Staphylococcus التي تفرز سموماً في الأمعاء وتسبب تسممات غذائية يصحبها تقيؤ وآلام ، وأن طهي الطعام او طبخه لا يقتل هذه الجراثيم او مفعول افرازاتها السمية [53] .

وفي حالة تناول اللحوم يجب التأكد من طبخها جيداً وذلك بتعريضها لقدر كافٍ من الحرارة ، لأن تركها غير مطبوخة بشكل جيد يؤدي إلى الإصابة بالبدودة الشريطية التي تعمل على انسداد الأمعاء بجانب افرازات مواد سامة تضعف الانسان، وقد تصل اليرقات إلى العين فتضرّ بالبصر او تصل إلى المخ فتسبب اختلالاً عصبياً للانسان .

كما تتعرض الأغذية المعلبة للتلوث حيث ان محتويات العبوة لا تصل إلى حالة التعقيم الكامل ، وأما يتبقى بعض الجراثيم المحبة للحرارة ، وتبقى الجراثيم في حالة سكون وعدم نشاط اذا كانت الظروف الحرارية المحيطة بها غير مناسبة ، وتختلف درجة مقاومة الجراثيم للحرارة ، فمنها ما يفضل درجة الحرارة المتوسطة ، وهذه يقضى عليها أثناء المعاملة الحرارية في التعليب . والأنواع التي تفضل درجات الحرارة العالية تقاوم الحرارة حتى في حالة الأغذية غير الحامضية والتي تتطلب درجات حرارة عالية ، ويساعد عدم وجود الهواء داخل العلب على بقاء الجراثيم الهوائية منها في حالة سكون ، وتعمل هذه الجراثيم على فساد الخضراوات المعلبة والأغذية المنخفضة الحموضة خاصة تلك المعاملة على درجة حرارة 100 مئوية مثل السبانخ .

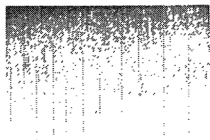
وتتلوث المنتجات الغذائية المعلبة بسبب وجود بكتيريا غير متجرّمة نتيجة عدم كفاية المعاملة الحرارية او تسرب الميكروبات بسبب حدوث ثقب او عدم الاقفال الجيد للمعلبات ، كما تفسد المعلبات بسبب الفطريات ، ويعود ذلك إلى وجود ثقب أيضاً أو عدم الاقفال الجيد لأن المعاملة الحرارية عند 78.8 درجة مئوية ولمدة دقيقة واحدة تكون كافية للقضاء على كل الفطريات وجراثيمها ، وان وجود الحمائر التي تعتبر من الكائنات الحية الدقيقة أيضاً يؤدي إلى فساد المربيات وعصير الفاكهة ، وان وجودها دليل على إعادة التلوث او نقص في المعاملة الحرارية ، بالإضافة إلى عدم وجود التفرغ الكافي للعبوة من الهواء .

ومن ملوثات* الغذاء أيضاً الفطريات مثل فطر البنسيليوم Penicillium الذي

* تلوث الغذاء بالأمعاء - انظر في الفصل السادس (تلوث البيئة بالأمعاء) .

يسبب عفناً لثمار التفاح ، ويعتقد ان للسّم الناتج عن بعض الفطريات تأثيرات سرطانية .

وتشكل القمامة ومخلفات الانسان والحيوان وسطاً ملائماً لانتشار الذباب والناموس والحشرات التي تسبب الامراض المختلفة للانسان في حال وصولها الى الغذاء والشراب ، كما ان الامراض التي تصيب الطيور والحيوانات يمكن ان تنتقل الى الانسان عن طريق مصادر الغذاء او الماء الملوث بهذه المسببات للامراض ، فمثلاً يلعب الكلب دوراً رئيساً في اصابة الانسان والحيوان بالداء الشريطية المسماة « إيكوكوكس » التي تعيش في أمعاء الكلب وتنتقل الى الانسان ثم تنتقل هذه البويضات الى الجهاز الهضمي للانسان حيث تفقس وتخرق الامعاء الى الكبد فالرئة وقد تصل الى القلب والعظام والمخ وأجزاء أخرى من الجسم ، كما ان الدجاج قد ينقل للانسان فيروساً عن طريق البعوض ويسبب مرض اجهاد المخ الذي يصحبه ارتفاع في درجة الحرارة ، والصداع والرعشة وقد تصل الى الغيبوبة .



الفصل السادس

تلوث البيئة بالاشعاع

Radiant Pollution



تلوث البيئة بالاشعاع

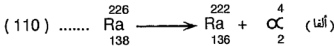
1 - 6 معنى التلوث بالاشعاع

إن التسرب الاشعاعي من خلال الحوادث التي تحدث في المفاعلات النووية او بسبب التجارب النووية في البحار او النفايات المشعة التي تتسرب من خزانات الصواريخ والمركبات والاقمار الصناعية او بسبب القمامة الخطرة الناتجة من المصانع التي تستعمل الكيماويات المعاملة إشعاعياً حيث تصل هذه الاشعاعات الى الارض ملوثة الهواء والماء والتربة والغذاء مما يؤدي الى ارتفاع نسبة المواد المشعة في هذه المقومات الاساسية للحياة ، تاركة مخاطر مميتة وقاتلة للانسان والحيوان والكائنات الحية حيناً ، واحداث تشوهات واختلالات في النظم الحيوية حيناً آخر ، وذلك حسب الجرعات التي تمتصها الكائنات الحية من هذه الاشعاعات الخطيرة والمدمرة [27,28,29,50,153] .

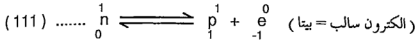
ويمكن تعريف التلوث الاشعاعي Radiant Pollution بأنه « انبعاث اشعاعات خطيرة نتيجة حوادث تحصل في المفاعلات النووية او من النفايات المشعة او اي مصدر يستعمل فيه الاشعاع بجرعات ضارة تعمل على تدمير خلايا الكائن الحي بشكل مباشر عند التعرض للاشعاع مباشرة او بشكل غير مباشر من خلال تركيزها في الهواء او الماء او التربة او الغذاء » . ويتسبب التلوث الاشعاعي بامراض خطيرة وقاتلة ومنها السرطان بانواعه وسيأتي الحديث عن هذه الاخطار فيما بعد .

2 - 6 أنواع الجسيمات الاشعاعية ووحدات قياس الاشعة

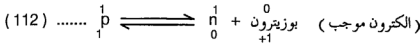
تشتمل هذه الجسيمات على دقائق ألفا α وهي عبارة عن نويات ذرات شحنتين موجبتين تشبه نواة الهيليوم He^4_2 تنطلق خلال انفجار نواة اليورانيوم او الرادون ، ولها قوة اختراق ضعيفة وسرعتها تعادل 0.1 سرعة الضوء ، ومصدر هذه الاشعة الصناعي المواد المشعة ، ومصدرها الطبيعي عنصر الراديوم والثوريوم وهي شديدة الضرر بالخلايا التي تلامسها :



ومنها جسيمات بيتا (B) التي تنبعث من أنوية المخلفات النووية الانحلالية لليورانيوم ، وتطلق دقائق بيتا من نواة العنصر المشع نتيجة لتحلل احد النيوترونات المتعادلة .



كما ينطلق الكترن موجب يسمى « بوزيترون » من نواة العنصر المشع نتيجة تحول احد البروتونات في النواة الاصلية الى نيوترون وبوزيترون :



وتسير جسيمات بيتا (B) بسرعة عالية ، وعند انبعائها لا تختلف خاصيتها عن اي مصدر إشعاعي ذي طاقة عالية والالكترونات ذوات سرعة عالية ، ولها قوة اختراق اكبر من جسيمات ألفا بـ 100 مرة وتبلغ سرعتها حوالي 0.99 من سرعة الضوء . أما قدرتها على تأين الغازات فهي اقل من جسيمات ألفا ، ومصدر دقيقة بيتا الطبيعي هو الاشعة الكونية والمواد المشعة الطبيعية مثل الراديوم ، ومصدرها الصناعي (السترونشيوم- 90) و(الفسفور المشع- 32) والذهب المشع .

ومنها ايضاً اشعة جاما γ وهي عبارة عن امواج كهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ بسرعة تصل الى 300000 كيلو متر في الثانية ، ولديها القدرة على اختراق الاجسام الكبيرة بدرجة اكبر من اشعاعات ألفا وبيتا ، وهي تحمل شحنة متعادلة تشبه النيوترون وتمتاز بانها ذات طبيعة فوتونية عالية ، وتتولد اشعة جاما γ من أنوية غير ثابتة او عدم ثبات النيوترونات والبروتونات داخل النواة ولا يصاحب انطلاقها اي تغيير في العدد الكتلي او العدد الذري ومصدرها الصناعي الكوبالت المشع 60 ، والسيزيوم 137 ، واليود المشع 131 وتشبه الاشعة السينية x-Ray وتشكل خطراً على الكائنات الحية .

وتنبعث الاشعة السينية التي يكون مصدرها الطبيعي الشمس ، ومصدرها الصناعي أنابيب X ، ولهذه الاشعة طاقة فوتونية اقل من اشعة جاما ، لذلك تمتاز الاشعة السينية بقدرتها على اختراق الاجسام الصلبة ، ولها تأثير على الانسجة الحية ،

وخطر كبير على الخلايا . وقد اكتشفت هذه الاشعة في عام 1895 من قبل العالم (رونتجن) حيث تسمى كذلك باشعة رونتجن .

وبين الجدول (1 - 6) ملخصاً لاهم الجسيمات الاشعاعية التي تم ذكرها :

جدول (1 - 6)

	الخاصية	دقائق (α) ألفا	دقائق (B) بيتا	أشعة (γ) جاما
1	السرعة	200 م / ث	160×10^3 ميل / ث	$10^{10} \times 3$ م / ث أو 186×10^3 ميل / ث
2	الشحنة	موجبة (نواة ذرة الهيليوم)	سالبة (شحنة الالكترون)	عديمة الشحنة
3	القدرة على تأيين الغازات	كبيرة (100)	صغيرة (10)	اصغر (1)
4	القدرة على النفاذية	صغيرة (1)	كبيرة (10)	اكبر (100)
5	الكتلة	كتلة ايون الهليوم او اربع مرات كتلة نواة ذرة الهيدروجين	$\frac{1}{1840}$ كتلة البروتون	موجبة او لا كتلية (لا كتلة لها) (كهرومغناطيسية)

أهم خصائص الجسيمات الاشعاعية [76]

ولقياس الاشعاع توجد أكثر من وحدة قياس للجرعات الاشعاعية الممتصة ومنها الراد Rad وهو عبارة عن « كمية الاشعة التي يمتصها كيلو غرام من المادة المعرضة للاشعاع او كمية الطاقة الاشعاعية الممتصة التي تعادل 100 إرغ / غم » .
ومنها الرم Rem وهو عبارة عن « كمية الطاقة الاشعاعية التي تحدث تأثيراً بيولوجياً يعادل تأثير 1 راد » .

وهناك الجراي Gray الذي يعادل 100 راد او يعادل جول واحد من الاشعة لكل كيلوغرام من المادة المعرضة للاشعاع (١ جول / كيلوغرام) . ومن وحدات القياس ايضاً الـ « سيفرت » الذي يساوي 100 رم ويعادل كذلك 100 راد اي ان الجراي والسيفرت متساويان كوحديتي قياس للاشعة ، ومنها وحدتا القياس الكوري والبيكريل والعلاقة بينهما ان كل (1 كوري = 3.7×10^{10} بيكريل) . وتقاس شدة

النشاط الاشعاعي بالكوري ويعرّف بأنه « كمية الاشعاعات القادرة على احداث 3.7×10^{10} تحلل / ثانية » .

وكملخص لبعض وحدات قياس الاشعاع وتحولاتها يمكن توضيحها بالجدول رقم (2 - 6) .

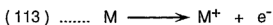
جدول (2 - 6)

وحدة القياس	كمية الاشعاع
الراد Rad	100 إرغ / غم = 0.01 جول / كغم
الريم Rem	100 إرغ / غم = 0.01 جول / كغم
الجرادي Gray = 100 راد	10000 إرغ / غم = 1 جول / كغم
سيفرت = الجرادي	10000 إرغ / غم = 1 جول / كغم
الكوري	3.7×10^{10} تحلل / ثانية (بيكريل)
بيكريل Bequerel	$\frac{1}{3.7 \times 10^{10}}$ كوري

أهم وحدات قياس شدة النشاط الاشعاعي [مصادر متعددة]

6 - 3 ظاهرة النشاط الاشعاعي Radioactivity Phenomenon

. اكتشف العالم الفرنسي هنري بيكريل H. Bequerel ظاهرة النشاط الاشعاعي عام 1896 ، وتسمى جميع الاشعاعات التي تنطلق من أنوية الذرات بالاشعاعات المؤينة Ionizing Radiations لانها تحتوي على طاقة كبيرة وكافية لتحرير الالكترونات من الذرة وبالتالي تأينها :



ويقصد بالاشعاعات المؤينة هي تلك التي تسبب تلفاً سرطانياً وتلفاً وراثياً في أنسجة الانسان وتركيبية الخلايا بفعل طاقاتها المنبعثة في هذه الانسجة ، ويقصد بالتأين كما يستنتج من التفاعل (113) بأنه : (فصل الكترون من مدار الذرة الخارجي

(او الجزيء) فتصبح الذرة موجبة او سالبة الشحنة وليست متعادلة .

والاشعاعات المؤينة نوعان الاول : اشعاعات جسيمية عبارة عن اجزاء من الذرة منطلقة في الفضاء بسرعات مختلفة مثل جسيمات (ألفا ، بيتا ، النيوترون) ، والنوع الثاني : اشعاعات كهرومغناطيسية عبارة عن فوتونات او كميات صغيرة من الطاقة تتوقف على تردد الموجة وتأخر مسار الشعاع ولا تتجزأ وتنتشر ببساطة بمجرد اصطدامها بجسم متحول الى طاقة تمتص مثل الاشعة السينية « رونتجن » ، والاشعة فوق البنفسجية Ultra Violet وأشعة جاما والاشعة الكونية .

ومصدر النشاط الاشعاعي هو المواد المشعة في الطبيعة التي تحيط بالانسان من كل جانب ، فكل المقومات الاساسية للحياة من هواء وماء وغذاء وتربة تحتوي على عناصر مشعة في الوضع الطبيعي وبجرعات من الاشعاعات الطبيعية يمتصها الانسان دون أية تأثيرات ، ويحتوي جسم الانسان على عناصر مشعة في الوضع الطبيعي وبجرعات من الاشعاعات الطبيعية يمتصها الانسان دون أية تأثيرات ، كما يحتوي جسم الانسان على بعض العناصر المشعة نتيجة الاشعاع الطبيعي دون استخدام النظائر المشعة والطاقة النووية .

وبين الجدول (3-6) وزن النظائر المشعة بالغرامات التي يحتويها جسم الانسان متوسط وزنه 70 كيلو غرام .

جدول (3-6)

نشاطه الاشعاعي كوري	وزن النظير المشع (غرام)	مكان النظير في الجسم	النظير المشع	
			الاسم	الرمز الكيميائي
7.6×10^{-11}	8×10^{-15}	في جميع الجسم	الترتيوم	H ³
8.9×10^{-8}	2×10^{-3}	الانسجة الدهنية	الكربون	C ¹⁴
6×10^{-7}	8.3×10^{-2}	انسجة الاعصاب والعضلات	البوتاسيوم	K ⁴⁰
4.6×10^{-10}	7×10^{-3}	انسجة العضلات	الروبيديوم	Rb ⁸⁷
7.9×10^{-12}	7×10^{-5}	العظام	الثوريوم	Th ²³²
1.1×10^{-11}	7×10^{-6}	الكبد، الجسم بصورة عامة	اليورانيوم	U ²³⁵
2.4×10^{-10}	7×10^{-4}	العظام	اليورانيوم	U ²³⁸
1.1×10^{-10}	$(0.37-0.4) \times 10^{-10}$	العظام	الراديوم	Ra ²²⁶

وزن النظائر المشعة بالغرامات التي يحتويها جسم الانسان [29]

وهناك حدود للجرعة المكافئة Equivalent Dose الاساسية للاشعاع حيث حددت الجرعة المؤثرة للفرد 0.5 ريم / سنة وللعمال الذين يعملون في مجال الاشعاع بـ 5 ريم / سنة ، كما حددت وكالة حماية البيئة الامريكية (EPA) الجرعة السنوية الفعالة من الاشعاع لعموم الجسم بان لا تتعدى 625 ملي ريم ، والجرعة للغدة الدرقية بـ 75 ملي ريم ولأي عضو آخر بـ 25 ملي ريم والناجمة عن الطرح المخطط له من المواد المشعة ماعدا الرادون او من التعرض المباشر للوقود النووي كما يبين الجدول (4 - 6) .

جدول (4 - 6)

المنطقة المعرضة للاشعاع	حدود الجرعة المكافئة للعمال الذين يعملون في مجال الاشعاع	حدود الجرعة المكافئة للأفراد
كل الجسم	5 ريم / سنة	0.5 ريم / سنة
عدسة العين	15 ريم / سنة	5 ريم / سنة
الاعضاء الاخرى	50 ريم / سنة	5 ريم / سنة

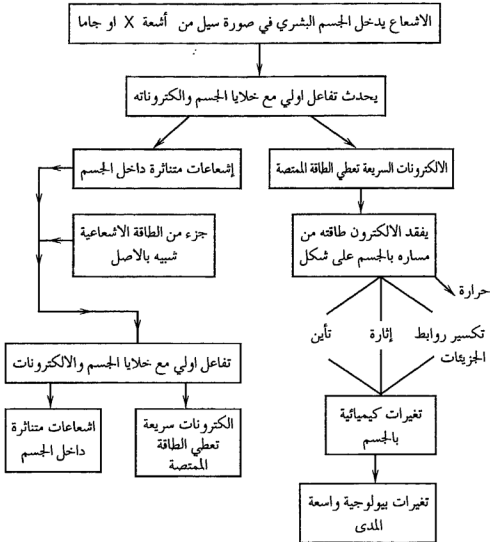
حدود الجرعات المكافئة للاشعاع السنوية [27]

وحددت الوكالة الامريكية لحماية البيئة (EPA) كذلك الجرعة المتبقية التي يسببها السائل المطروح من المنشآت النووية بأن لا تتجاوز 3 ملي ريم سنوياً إلى عموم الجسم للفرد و 10 ملي ريم إلى أي عضو من اعضاء الجسم ، كما ويتسبب السائل النووي المطروح من المنشآت النووية في جرعة سنوية أكثر من 5 ملي ريم لعموم الجسم للفرد و 15 ملي ريم للجلد ، وأن الكمية الكلية لليود المشع التي تطرح الى البيئة يجب ان لا تتسبب في جرعة سنوية ومن جميع المسالك بأكثر من 15 ملي ريم لأي عضو من اعضاء جسم الشخص وبخاصة الاطفال لان العضو الحرج هو الغدة الدرقية .

4 - 6 التأثير البيولوجي للإشعاع المؤين

ان تعرض الإنسان الى كمية كبيرة من الإشعاع المؤين يؤدي الى دمار عدد كبير من الخلايا والأنسجة ويمكن ان يقتل في غضون اسبوع واحد بفعل تدمير الأنسجة ، ويبين الشكل رقم (20) مخططاً لكيفية دخول الأشعة الى جسم الإنسان في صورة سيل من الأشعة السينية (X) أو أشعة جاما γ :

شكل رقم (20)



كيفية دخول الأشعة الى جسم الإنسان [66]

وتؤدي التأثيرات الفسيولوجية للاشعاع المؤين الى تأثيرات جسمية Somatic Effect تؤثر على خلايا الجسم ، وهناك تأثيرات وراثية Genetic Effect تؤثر على الجينات مما يؤدي الى ظهور تشوهات في الاجيال القادمة . وان الدمار الذي يلحق بالخلية الحية ينتج بفعل الاشعاع المؤين على جسم الانسان وليس بفعل التأثير الحراري، فمثلاً ان جرعة أشعة جاما Gamma Dose بمقدار 400 ريم تشكل خطورة كبيرة على جسم الانسان كونها تؤدي الى تأين ذرات الخلايا ، والطاقة المكافئة لهذه الجرعة تساوي 4 جول لكل غرام واحد من المادة ، وهذه الطاقة من الصغر بحيث لا ترفع درجة حرارة غرام واحد من الماء اكثر من 0.001 درجة مئوية ، اي ان التأثير الحراري لهذا المستوى من الاشعاع ضئيل الى الحد الذي لا يؤثر فيه البتة على جسم الانسان . وبين الجدول (5-6) التأثيرات المحتملة للجرعات الاشعاعية المختلفة على عموم الجسم .

جدول (5-6)

التيّارات المحتملة	جرعة التعرض (رم)
من الصعب ملاحظتها بالفحوص الطبية .	0 - 25
تغيرات طفيفة على الدم ، غثيان .	25 - 100
غثيان وقتي ، اختزال بعض خلايا الدم .	100 - 200
غثيان وقتي خلال اليوم الاول ثم فقدان الشهية واسهال ونحول .	200 - 300
غثيان وقتي واسهال خلال الساعات الاولى يعقبه تساقط الشعر وفقدان الشهية ونزيف دموي ونحول ، الوفاة خلال اسبوع بنسبة 50 % الى حد 450 رم .	300 - 600
غثيان وقتي واسهال يعقبه نزيف دموي ونحول عام مع التهابات في النجم والبلعوم وارتفاع درجات الحرارة ، الوفاة خلال اسبوعين ، والموت بنسبة 100 % .	> 600

التأثيرات المحتملة للجرعات الاشعاعية على عموم الجسم [29]

ويؤدي الاشعاع المؤين الى تكوين سرطان الدم Leukemia في الانسان والمتمثل في زيادة عدد كريات الدم البيضاء ، ويسمى ايضاً مرض « ابيضاض الدم » في حالة ابيضاض الدم ، ويسبب الاشعاع مختلف الاضرار في طبيعة الكروموسومات وتكوينها وعددها في داخل الخلية ، واثبتت الادلة كذلك ان الاشعاع المؤين يسبب سرطان الثدي حيث ان جرعة الاشعاع المؤين تعطي خطورة مقدارها 100 % لحدوث سرطان الثدي [27,29,66,153] .

وتؤثر الاشعة على الخلايا وانسجة الجسم فتتكون مواد كيميائية عند وصولها الى الدورة الدموية ، وتظهر اعراض مثل الصداع المصحوب بارتفاع الحرارة والاسهال وآلام البطن ، وتتأثر كريات الدم الحمراء والصفائح الدموية وكريات الدم البيضاء بالجرعات الاشعاعية وخصوصاً في بعض الحالات التي يكون فيها نقص في عددها الطبيعي حوالي 5 مليون في كل ملليمتر مكعب من الدم ، وفي حالة انخفاض نسبة الهيموجلوبين عن 60 % ، فان الاشعة مهما كانت جرعتها فهي تؤثر بشكل خطير ، لذا يجب وقفها مباشرة في هذه الحالة لان نقص كريات الدم الحمراء التي تحمل الاكسجين والهيموجلبين يؤدي الى الاصابة في فقر الدم .

وللاشعة تأثير على الانسجة المكونة للدم مثل النخاع العظمي والكبد والطحال ، كما ان هناك تأثيراً غير مباشر يأتي نتيجة المواد الكيميائية المكونة حيث تحملها الاوعية الدموية الى النخاع فتؤثر فيه وتقلل من نشاطه وحيويته ، وكذلك الحال بالنسبة للصفائح الدموية التي يبلغ عددها 250000 صفيحة دموية ، لذلك يجب وقف الشخص عن العمل في حالة نقصها عن 100000 حتى لا يحدث سيولة في الدم ونزيف وتمزق للاوعية الدموية تحت الجلد .

كما يجب الاقلال من التعرض للاشعة بالنسبة للاشخاص اذا وصلت كريات الدم البيضاء (W.B.C.) عندهم الى 4000 كرية واذا قلت عن 4000 فيجب وقف التعرض للاشعة تماماً لان في ذلك خطورة على الانسان ، والنقص في عدد كريات الدم البيضاء يؤدي الى الامراض والالتهابات وتقل مقاومة الجسم ، والعدد الطبيعي لكريات الدم البيضاء يتراوح بين (4000 - 12000) في كل ملليمتر مكعب من الدم ، وتكون موزعة على الخلايا للمفاوية بنسبة % (20 - 30) والخلايا المحببة بنسبة % (65 - 60) والخلايا البيضاء الاحادية بنسبة % (6 - 3) .

ان كمية الضرر البيولوجي ونوعيته يعتمدان على معدل الجرعة الاشعاعية وعلى توزيع الجرعة في الانسجة ، ولذلك يتراوح التأثير البيولوجي Biological Effect للاشعاع بين تدمير الجزيئات الكبيرة مثل الانزيمات الى حدوث اورام سرطانية Cancer Tumors وتغيير في الصفات الوراثية بسبب الجينات والى الموت حسب درجة الجرعة الاشعاعية ، كما ان هناك تأثيرات بيولوجية متأخرة للاشعاع تظهر بعد عدة شهور او سنوات ، وقد تنتج اما من التعرض الى اشعاعات ذات جرعات عالية والتي تؤدي الى حدوث تأثيرات مبكرة او من التعرض لجرعات منخفضة تستمر لمدة طويلة ، ومن اهم التأثيرات المتأخرة التي تظهر على الافراد التأثيرات الجسدية والتأثيرات الوراثية .

وبالنسبة للصفات الوراثية فان عدد الكروموسومات Chromosomes في خلايا جسم الانسان 46 كروموسوماً وان كروموسوم الانسان يحتوي على 1000 جين Gene ، وعندما تنتقل هذه الجينات والكروموسومات من جيل الى آخر، فانها تحدّد الكثير من الصفات الفيزيائية والنفسية للافراد وتخضع الجينات لتغيرات تركيبيّة « طفرات » بفعل الانشطة المؤينة والمواد الكيماوية الطفرة ، وعندها تبدأ صفات الطفرة بالتعبير عن ذاتها ، فبعض الطفرات الوراثية تسبب هلاك الفرد لحامل الطفرة في الجيل الاول والبعض الآخر يحتاج الى اجيال عديدة تظهر وتثبت في الفرد الحامل للطفرة الوراثية.

إن تأثير الاشعاع على الخلايا الجسمية يسبب إما توقف عمل الخلية والانقسام وبالتالي موت الخلية او تحفيز الخلية على الانقسام غير المسيطر عليه وتكوين خلايا سرطانية ، كما ان التعرض لجرعات منخفضة يؤدي الى الاورام السرطانية والتشوهات الخلقية ولا تظهر الاورام الخبيثة الا بعد فترة طويلة من التعرض ويتراوح تأخر ظهور السرطان بين (20 - 40) سنة .

وتزداد مخاطر السرطان المميت طردياً بزيادة عدد حالات التعرض التشخيصي للاشعة السينية ما بين الجرعات التي تتراوح من (0.2 - 20) راد ، وقد يتسبب الاشعاع باكثر من نوع من انواع السرطان ومنها سرطان العظام Bone Cancer ويعتمد ذلك على مقدار الجرعة التي يتعرض لها الشخص ، ومنها ايضاً سرطان الرئة Lung Cancer بسبب انتشار الراديوم في المناجم مثل مناجم اليورانيوم والحديد والرصاص ، ولقد ثبت ان تجمع النواجح المتحللة من عنصر الراديوم هو المسؤول عن سرطان الرئة بين عمال المناجم ، كما يتسبب استنشاق اليود بحدود

(10 - 8) راد والاشعة التي يمتصها الجسم بسرطان الغدة الدرقية .

وبين الجدول (6 - 6) عدد السرطانات المقدرة لكل مليون شخص الناجمة من تعرض عموم الجسم لجرعة مقدارها 1 راد / سنة .

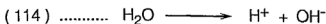
جدول (6 - 6)

نوع السرطان	عدد السرطانات المقدرة / مليون شخص
السرطان المميت (سرطان الدم)	20
بقية انواع السرطانات	20
سرطان الغدة الدرقية	(20 - 10)

عدد السرطانات الناجمة من تعرض عموم الجسم لجرعة مقدارها
1 راد / سنة [27]

ان التأثيرات الحادة Acute Effect للاشعاع تكون قاتلة فالجرعة المميتة بالاشعاع هي 1000 راد وتكون نسبة الوفاة فيها 100 % ، وعندما يتعرض الجسم الى 100000 راد فالموت يكون في الحال او بعد دقائق من التعرض بسبب تدمير عدد كبير من المواد الضرورية للفعاليات الحيوية في الخلايا والانسجة ، كما ان للاشعاع تأثيراً على الجنين خلال مراحل نموه المختلفة ، وقد يؤدي الى موت الجنين قبل الولادة او إعاقة النمو واحداث سرطان مبكر ، وان تعرض الجنين لجرعة مقدارها 5 راد من الاشعة في الاشهر الثلاثة الاولى من الحمل يؤدي الى الاصابة بالسرطان الطفولي القاتل .

ويعمل الاشعاع على تأين ذرات وجزيئات الخلايا الحية محدثاً تغييرات فيزيوكيماوية تؤثر في فعاليتها الحيوية ، وبشكل خاص الصفات الوراثية للكائن العضوي الحي ، ويؤدي ذلك الى تحطيم الروابط الكيميائية في الجزيئات المعقدة للبروتين والتي تكون حساسة لأي تأثيرات خارجية ، ويتحلل الماء الذي يشكل المكون الاساسي للانسجة الى الهيدروجين وجذر الهيدروكسيد الحر فيتحدان مع البروتين مسببين تغييرات في تركيبها الكيماوي حيث تعيق التغييرات الحاصلة في العمليات الكيماوية الاعتيادية للانسجة عملية التمثيل والتي تنتج عنها غالباً انحلال خلايا الكائن العضوي [27,28,29,153,199] .



ان تعرض الانسان الى 400 راد من الاشعاع المؤين يتسبب في وفاة 50 % من الافراد الذين يتعرضون الى مثل هذا الاشعاع خلال ايام او اسابيع قليلة ، وان مجرد تحطيم عدد قليل من روابط كيميائية معينة في الخلايا التي لها القدرة على المقاومة تجعل تلك الخلايا في طريقها الى السرطان .

والاشعة السينية تمتاز بقدرتها على اختراق جميع الاجسام الصلبة بسهولة ، لانها تتكون من فوتونات ذات طاقة عالية وتأثير على الانسجة الحية التي تحتوي على ذرات الكربون والهيدروجين والنتروجين والاكسجين والكبريت والفوسفور الممزوجة بطرق كثيرة من آلاف المركبات الكيميائية المختلفة او الجزيئات . ومن هذه المركبات البروتينات Protiens والاحماض الأمينية Amino Acids والسكريات Saccharides والدهون Lipids والهيموجلبين Hemoglobin واليوربا Urea والانزيمات Enzymens والهورومونات Hormones والماء وثاني اكسيد الكربون والامونيا ، وذرات جميع هذه المركبات متصلة ببعضها بروابط كيميائية متينة مثل روابط الكربون الى الكربون (C - C) ، الكربون الى النتروجين (C - N) ، الكربون الى الفسفور (C - P) وروابط الفسفور الى الاكسجين (P - O) ، وهكذا في جميع المركبات الكيميائية ، كما ان الطاقة المطلوبة لتحطيم هذه الروابط تتراوح بين (5 - 7) الكترون فولت Electron Volt . والاشعة السينية ذات قدرة 100 كيلو الكترون فولت Kilo Electron Volt تتحول طاقتها من خلال التأثير الضوئي الكهربائي الى الكترون يكون لديه ما يقارب (14000 - 20000) من الروابط الكيميائية بحيث لا تستطيع ان تقاوم الروابط بين الانسجة مقاومة القوة التحطيمية لهذه الطاقة ، مما يؤدي الى تأين هذه المركبات الكيميائية التي تدخل في تركيب الانسجة الحية ، وهذا له تأثير مدمر على الاجهزة الحية حيث تسبب امراضاً منها سرطان الدم وحدوث اورام سرطانية اخرى [28,29,199,201] .

كما ان للاشعة السينية خطراً كبيراً على الخلايا وخاصة على الصفات الوراثية عند الجنين ، لذلك يجب عدم تعريض النساء الحوامل الى الاشعة الا عند الضرورة منعاً لحدوث التشوه الخلقي ، بالإضافة الى ذلك فقد توصل الباحثون الى ان التعرض الخارجي للاشعة السينية يؤدي الى سقوط الشعر واحمرار الجلد ، وقد تؤدي كذلك الى الاصابة بسرطان الدماغ حيث أصيب بعض اطباء بالدھشة عندما تبين لهم في

تشرين الثاني عام 1981 ان طفلاً واحداً من 2000 طفل من الذين تعرضت ادمغتهم الى الاشعة السينية بجرعة مقدارها (1 راد) يصاب بسرطان الدماغ في وقت ما اثناء حياته ، وبصورة ادق ان طفلاً واحداً من 2600 طفل في عمر ثلاث سنوات تعرضت ادمغتهم الى (1 راد) من الاشعاع يصاب بعد ذلك بسرطان الدماغ المميت .

ويبين الجدول (6 - 7) تأثير الاشعاعات على جسم الانسان .

جدول (6 - 7)

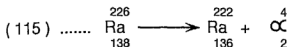
التأثير على الانسان	درجة تركيز الاشعاع
تغير بسيط لصور الدم .	(0.0 - 50) راد
(5 - 15) % من الاشخاص يتعرضون للتقيؤ والاجهاد ولا تحدث أضراراً .	(80 - 120) راد
تقيؤ وأعراض مختلفة مع امكانية حدوث وفيات .	(130 - 260) راد
تقيؤ وأعراض مختلفة تحدث وفيات في الاسبوع الثاني وحتى السادس .	(270 - 330) راد

مدى تأثير الاشعاعات على جسم الانسان [85]

5 - 6 تلوث الهواء بالاشعاع

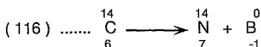
يتلوث الهواء بالاشعاع بسبب الانفجارات النووية او من خلال الحوادث التي تحدث في المفاعلات النووية مثل حادثة تشيرنوبل في الاتحاد السوفييتي عام 1986 او بسبب النفايات الخطرة الناتجة من المصانع التي تستعمل الكيماويات المعاملة اشعاعياً او من مصادر تحتوي على اشعاع مثل بعض الاجهزة العلمية او من مؤسسات الطاقة النووية .

وينطلق الاشعاع الى الهواء على شكل بقايا عناصر مشعة مثل اليورانيوم 235 ، بلاتينيوم 239 ، سيزيوم 237 ويود 131 (هذه الارقام تمثل العدد الكتلي للعنصر والذي يساوي مجموع البروتونات والنيوترونات) :



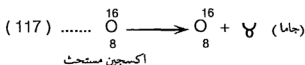
ويتنتج عن التفاعل دقيقة ألفا (α^4) حيث تؤثر في الانسجة بفعل التأين ، وتفاعل دقائق ألفا مع ذرات تلك الانسجة لطرد الالكترونات التي تعمل كل شيء في النسيج الحيوي مثل التخريب البيولوجي الشديد عند دخولها الانسجة الداخلية للجسم فتؤثر على النسيج المبطن للغشاء المخاطي للقنطرة الهوائية (الاتبليمومي) وتدمره بالكامل ومنها يبدأ سرطان الرئة .

وتنتج أيضاً دقائق بيتا كما في التفاعل التالي :



وتتملك دقائق B (الكترن) طاقة مقدارها 100 كيلو الكترن فولت (Kev) ، ويتنتج تماماً الكمية نفسها ونوعية التخريب في الانسجة كما هو الحال في الالكترن ذي الطاقة 100 كيلو الكترن فولت المستمر في الحركة للأشعة السينية او اشعة جاما .

وتنتج اشعة جاما (γ) عن طريق الاكسجين المستحث Induced Oxygen كما يبين ذلك التفاعل (117) .



وللأشعاعات تأثيرات عضوية التي تسبب تلف انسجة الجلد والكبد والطحال والغدة الدرقية وتأثيرات سرطانية ، كما ان الغبار الذري الذي يحمل النظائر المشعة يؤثر على الانسان ويلوث الهواء والماء والتربة والمزروعات . وكوارث التلوث الاشعاعي مازالت آثارها باقية لغاية الآن حيث تتوارث الاجيال التشوهات الخلقية من اشعاعات القنبلة الذرية التي أُلقيت عام 1945 على مدينتي هيروشيما وناغازاكي في اليابان التي أدت الى مقتل 17000 شخص وتشوه 100000 وتدمير اكثر من 80 % من مباني المدينتين . ويبين الجدول (6-8) بعض المعايير الرئيسة لتعرض الانسان للمواد المشعة ومن ضمنها الهواء الملوث بالأشعاع .

جدول (6-8)

نوع التعرض	أهم خطورات انتقال الملوثات من البيئة إلى الإنسان				العوامل المؤثرة على جوعة الإنسان
	1	2	3	4	
الاستنشاق	طرح الملوثات الدقائقية المعلقة في الهواء.	استنشاق الدقائق المعلقة المحمولة جواً.	-	-	1- معدل ما يطرح إلى الجو ، وزن طرح الملوثات ، مدى استقرارية الجو أثناء الريح ، حجم الدقائق ، مقدار ما يترسب منها ، الشكل الكيميائي والفيزيائي للمادة المعلقة .
التعرض المباشر لاشعة جاما	طرد المواد العظمية ، السائلة أو الغازية المعلقة الرابطة لاشعة جاما إلى البيئة .	التعرض المباشر لاشعة ملوثة بالمواد العظمية . المعلقة .	الترسب على السطح العظمية .	-	2- جميع ما ذكر في الفقرة الأولى إضافة إلى خواص السطح ، مقدار البرد الطبيعي اللازم لتشكل رطوبة ذلك السطح .
التعرض المباشر من جسيمات بيتا	طرح الملوثات الباقية لجسيمات بيتا المحمولة جواً .	ترسبها على سطح الجلد .	-	-	3- جميع العوامل في الفقرة الأولى .
الاجلاع	طرح الملوثات الغازية .	- ترسبها مباشرة على الحاصل الزراعي . - اخذ المواد العظمية من التربة الملوثة . - شرب ماء مباشرة من توكيز الملوثات . - بواسطة الاحياء المائية	- اكل الانسان لثلك الحاصل . - اكل الحيوانات لثلك الحاصل . - اكل النباتات المائية الرابطة .	- اكل الانسان لثلك الحيوانات ومنتجاتها . - اكل الانسان للحيوانات المائية .	4- جميع العوامل في الفقرة الأولى بالإضافة إلى مرحلة نمو النباتات العظمي ، العادات الغذائية لمجموعة السكان ، مزاراة الزراعة ، خصوبة الأرض ومقدار مياه الري .
	طرح الملوثات السائلة .	-	-	-	5- الصفات الكيميائية للظواهر المعلقة ، ذوبان تلك الظواهر ، كمية المادن الذاتية ومقدار العالق ، حركة الاحياء المائية ، العادات الغذائية للسكان ، ميكانيكية مروج الملوثات بالماء ، صفات الرواسب في القعر .

بعض المعايير الرئيسية لتعرض الإنسان للمواد المشعة [27]

وتعتبر الاشعة الصادرة من النظائر المشعة من الملوثات الخطيرة لما تسببه هذه الاشعاعات من امراض مختلفة ، ويطلق على الفترة الزمنية التي تلزم حتى تتحول نصف المادة المشعة الى مادة اخرى بفترة نصف العمر Half Life . فمثلاً يحتاج عنصر الراديوم الى 365 سنة ، واليورانيوم - 238 فترة نصف عمر تصل الى 4.5×10^9 سنة ويبين الجدول (9 - 6) فترة نصف العمر لاثوية بعض ذرات العناصر المشعة ونوعية الانحلال والطاقة الناتجة عنها بوحدات (الميجا الكترون فولت) .

جدول (9 - 6)

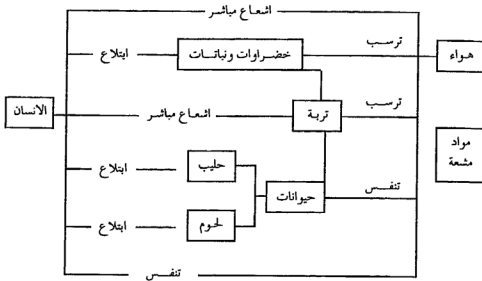
النظير المشع	فترة نصف العمر	نوعية الانحلال ، طاقة الانحلال (ميجا الكترون فولت)
النيوترون	11.7 دقيقة	بيتا ، 0.78
الترينيوم	12.262 سنة	بيتا ، 0.0186
الكربون - 14	5730 سنة	بيتا ، 0.156
الصدوديوم - 24	14.96 ساعة	(بيتا ، 1.389) ، (جاما ، 1.369)
الفوسفور - 32	14.28 يوم	بيتا ، 1.71
الكالسيوم - 40	1.36×10^9 سنة	بيتا ، 1.314
الأرغون - 41	1.38 ساعة	(بيتا ، 1.198) ، (جاما ، 1.293)
الكوبالت - 60	5.263 سنة	(بيتا ، 0.314) ، (جاما ، 1.293)
اليورانيوم - 238	4.5×10^9 سنة	ألفا ، 4.2
اليورانيوم - 234	2.48×10^5 دقيقة	ألفا ، 4.75

فترة نصف العمر لاثوية بعض ذرات العناصر المشعة [29]

ان تلوث الهواء بالاشعاع يؤدي الى تلوث التربة ومصادر الغذاء ، كما تصل الاشعاعات الى مصادر المياه عن طريق تسرب مواد ادخلت الى الجو او من النفايات التي تطرح في المياه او توضع في التربة او تدم في اعماقها ، ومن هذه الاماكن قد تنتشر المواد المشعة الى مناطق اخرى بواسطة المياه السطحية او الجوفية او بواسطة تعرية التربة . وأياً كانت الطريقة التي تتلوث بها البيئة اشعاعياً فان مخاطرها كبيرة ، فتلوث التربة مثلاً يقود الى تلوث النبات ، وبالتالي تركيز هذه الملوثات الاشعاعية في

أجسام الحيوانات التي تتغذى على النبات ، وتصل الى الانسان عن طريق الحليب او تناول اللحوم مما يؤثر على صحة الانسان ويهدد حياته بالخطر الكبير او الموت ، ويبين الشكل رقم (12) طرق انتقال المواد المشعة للجو والانسان .

شكل (12)



طرق انتقال المواد المشعة المطروحة للجو والانسان [27]

ومن العناصر المشعة السترونشيوم - 90 وفترة نصف العمر لهذا العنصر هي 25 سنة ليفقد نصف اشعاعه ، ويتسم بفاعلية اشعاعية ذات مدى زمني طويل ويشبه عنصر الكالسيوم كيميائياً ، ويتركز في العظام السريعة النمو مثل عظام الاجنة في الارحام ، وعظام الاطفال صغار السن ، ويصل الى العظام عن طريق تراكمه في الاعشاب والنباتات التي تتغذى عليها المواشي ، وبالتالي يتركز في البانها ، ويحصل الانسان على السترونشيوم من النبات والحيوان وخاصة عن طريق الحليب فيتركز في عظام الانسان ، مما يؤثر مباشرة على مخ العظام الذي يعد المعمل لكريات الدم الحمراء ، ومن اول التأثيرات الاصابة بالانيميا « فقر الدم » وقد تتطور الاصابة الى اخطر من ذلك حيث يصاب الانسان بسرطان الدم او سرطان العظام [27] .

كما ينتقل عنصر السيزيوم - 137 الى الانسان عن طريق تناوله للخضار ويتركز في الانسجة الدقيقة مثل الكبد والغدد الجنسية ، وكذلك في الفضلات بدلاً من البوتاسيوم ويبقى فعالاً لمدة مائة يوم ، وان تجمع السيزيوم 137 - الذي يشبه

البوتاسيوم كيميائياً - في الكائنات الحية يؤدي الى الموت . ومن العناصر المشعة ايضاً اليود المشع 131 الذي يلوث المراعي وينتقل الى الابقار ثم يفرز في الحليب ويصل الى الانسان بعد استهلاك الحليب فيتركز في الغدة الدرقية ، وربما يسهم في توليد سرطان الخنجر ، إضافة الى ان استعمال اليود - 131 بواسطة الخلايا هو نفس استعمال اليود العادي لانه يشبهه كيميائياً ، وتجمع اليود المشع ايضاً في الكائنات الحية يؤدي الى الموت .

ومن المهم الاشارة الى ضرورة حماية الاشخاص الذين يتعاملون مع المواد المشعة بطريقة مباشرة او غير مباشرة من معالجة المواد الاولية الخام من الفضلات الصناعية النووية ، ويجب ان يكون هناك خطوة دفاعية متشابكة تتكون من حواجز وشاشات وصناديق وأقفال ووحدات مراقبة تحول دون اي تماس مباشر مع المواد المشعة او دخول غير مقصود في منطقة ذات اشعاعات مؤينة خطيرة [29,66,199] .

ويبحث العلماء عن ايجاد حلول لمشكلة أحزمة الارض الاشعاعية وأثرها على ابحاث الفضاء بعمل مجال مغناطيسي كهربائي اصطناعي يحيط بسفينة الفضاء كلها يكون من القوة حيث يقوم بحرف جميع الجسيمات التي يقابلها ، ويبحث العلماء في الوقت نفسه عن طريق حماية اخرى كالعقاقير مثلاً التي تزيد او تقلل كثيراً من التأثيرات الضارة للاشعاع على خلايا الكائنات الحية .

ولقياس التلوث بالاشعاع تستخدم اجهزة مختلفة تبعاً لنوع الاشعة المراد قياسها مثل عداد ألفا Alpha Counter وعداد بيتا Beta Counter وعداد جاما Gamma Counter التي تقيس اشعاعات ألفا وبيتا وجاما على الترتيب . كما يستخدم جهاز Isotope Calibrator لقياس عمر النصف للنظائر المشعة ، ويستخدم ايضاً طيف الاشعة السينية X-Ray Spectrometer ، وهناك اجهزة مصممة لقياس نوع محدد او خاص من الاشعاع والكشف على جرعاته الخطيرة .

والتلوث الاشعاعي للهواء والملابس والاجهزة يظل دائماً ممكن الحدوث لذلك تستعمل اجهزة مخبرية خاصة (راديوميترات - Radiometers) لفحص مناطق كبيرة وصغيرة يشك بتلوثها اشعاعياً . فيقوم الجهاز عند كشفه عن جرعات الحد المقرر بارسال اشارة الخطر آلياً .

6 - 6 تلوث المياه بالاشعاع

ان التسرب الاشعاعي من خلال الحوادث التي تحدث في المفاعلات النووية او بسبب التجارب النووية في البحار او من النفايات المشعة التي تسرب من خزانات الصواريخ والمركبات والاقمار الصناعية التي تصل الى الارض ملوثة الهواء والماء على حد سواء ، مما ادى الى ارتفاع نسبة المواد المشعة ، وان نظائر العناصر المشعة التي تستعمل في الصناعة والزراعة ، والغبار الذري الذي ينتج اثناء الانفجارات مما يؤدي الى تلوث المياه بالاشعاع تاركة تأثيرات خطيرة على الكائنات البحرية كالاسماك حيث تتراكم هذه الاشعاعات في اجسامها مما يؤدي الى اصابة الانسان بالسرطان نتيجة تناول هذه الاسماك في غذائه .

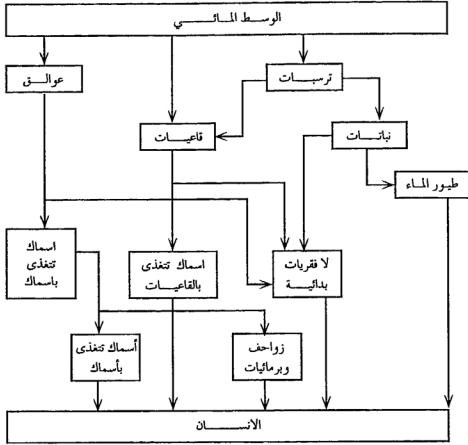
كما ان المواد المشعة التي لا تذوب في الماء التي يتلعبها الانسان مع الاطعمة الملوثة تسبب سرطان الجهاز الهضمي ، ولقد ادى التوسع في التطبيقات النووية الى مزيد من الاطلاقات البيئية الواسعة الانتشار التي اضافت بدورها الى مقدار المواد المشعة في المياه السطحية والجوفية ، ويمكن ان يكون لها تأثير مباشر على مستويات النشاط الاشعاعي في مصادر المياه المستعملة لامدادات المياه العادمة .

وبالنسبة لمياه الشرب يجب ان لا تتجاوز الجرعة الاشعاعية (0.1 بيكريل /لتر) لاجمالي نشاط اشعة ألفا و (1 بيكريل / لتر) لاجمالي نشاط بيتا الى مدخول شخص بالغ من مياه الشرب مقداره لتران يومياً ، واذا تجاوزت الجرعة الاشعاعية هذا التركيز ، فان ذلك يعرض الشخص لبعض التأثيرات الجسمية الخطيرة والتأثيرات الوراثية التي تؤدي الى تشوهات جنينية .

كما ان للاشعاع المتأين تأثيراً بيولوجياً على الحياة المائية للكائنات ، حيث ان امتصاص كميات من الاشعاع المتأين يضرّ بالعمليات الحيوية لان هذا الاشعاع يحتوي على موجات الكترومغناطيسية من اشعة ألفا والاشعة السينية إضافة الى حبيبات سريعة تحتوي على حبيبات ألفا وحبيبات بيتا وغيرها ، ويؤثر الاشعاع المتأين على الجزيئات المركبة للمكونات الوظيفية والتركيبية للخلايا .

ومن الحوادث التي حدثت وتلوثت مياه المحيطات بسببه وقوع اول حادث نووي في الفضاء وحصلت آثاره الخطيرة على سطح هذا الكوكب في السابع من شباط عام 1983 حين سقط محرك نووي طاقته تقدر بـ 110 كيلوغرام من اليورانيوم 235 المخصب في منطقة المحيط الاطلنطي بين غرب افريقيا وشرق امريكا [107] .

شكل (23)



مسارات الاشعاع كجرعة داخلية ناشئة عن تناول
أغذية بحرية وطرق وصولها للإنسان [28]

6 - 7 تلوث التربة بالاشعاع

ان التفجيرات الذرية التي تجري في الجو قريباً من سطح الارض عن طريق التساقط الذري والمخلفات المشعة لاستخدامات الذرة في النواحي المختلفة ، بالإضافة الى حوادث التسرب الاشعاعي من المفاعلات النووية أدت جميعها الى زيادة تلوث التربة [21] .

وفي حال وصول هذه الملوثات الى سطح التربة ، فانها تذوب في التربة ويمتصها النبات بشكل أيونات مع غيرها من العناصر اللازمة له عن طريق الجذور

وتتراكم في النبات ، وقد يتلوث النبات عن طريق تساقط المواد المشعة بشكل مباشر على الأوراق والثمار ويتم امتصاص جزء من هذه المواد من قبل النبات ، ويصل هذا التلوث الى الانسان بنسبة 20 % عن طريق التربة و 80 % عن طريق التلوث المباشر للنبات عندما يستعمل الانسان هذه النباتات في غذائه .

وتعتمد درجة امتصاص النظائر المشعة التي لها مدة طويلة بالنسبة لفترة عمر نصف الحياة Half Life على الهيئة الكيميائية التي يكون عليها النظير المشع ، وعندما تقترب النظائر المشعة في هيئتها الذائبة مع جزيئات التربة فقد تمتز Adsorbed او تلتصق مع السطح الخارجي لهذه الجزيئات ، ولذلك يتم التبادل الايوني ثم ترسب على شكل اكاسيد او هيدروكسيدات او كبريتات . وقد تتفاعل هذه الاكاسيد او الهيدروكسيدات او الكبريتات مع المركبات العضوية مكونة مركبات معقدة او تبقى في التربة على هيئة أيونات . كما تعتمد درجة امتصاص النظير المشع على معاملات الانتشار وعلى اهمية النظير المشع في عملية التمثيل الغذائي للنبات وعلى العوامل الفيزيائية والكيميائية للتربة ، فمثلاً ان ايونات الكالسيوم الموجودة في التربة وبعض الايونات الثابتة التي تنافس ما يشابهها من أيونات العناصر المشعة تكون حاجزاً يمنع او يقلل من امتصاص جذور النباتات للمواد المشعة بالتربة .

وقد سبق أن أشرت الى كيفية وصول بعض العناصر المشعة الى الانسان والحيوان عن طريق النبات مثل السترونشيوم 90 الذي يتصرف في التربة وفي جسم الانسان كالكالسيوم ، والسيزيوم 137 الذي يشبه البوتاسيوم كيميائياً ، علماً أن المخاطر التي تتركها هذه العناصر المشعة على صحة الانسان تصل الى حد خطير جداً في حال تراكمها وزيادة تركيزها خصوصاً عند الاطفال الذين تقل اعمارهم عن اربع سنوات الذين يخزنون السترونشيوم والسيزيوم بسرعة أكثر من الكبار .

8-6 تلوث الغذاء بالاشعاع

ان معظم المواد الغذائية التي يستهلكها الانسان تنمو على التربة التي تعتبر المصدر الرئيس لتهيئة كافة العناصر لبناء منظومة البيئة من نباتات وحيوانات ، وبالتالي تهية الغذاء اللازم للانسان ، فمثلاً يدخل عنصر البولونيوم -210 المشع وعنصر الراديوم 226 الموجودان طبيعياً في التربة الى أجسام النباتات بواسطة عملية الاستقلاب « الايض - Metabolism » واخيراً الى الماء والغذاء ، وتتصرف النظائر

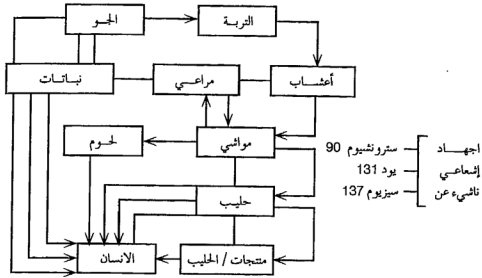
المشعة بنفس الطريقة ، لذلك فالتلوث الاشعاعي شامل لسلاسل الغذاء في العالم .

كما يؤدي امتصاص النظائر المشعة عن طريق جذور النباتات الى ترسب هذه النظائر على اوراق واغصان النباتات مباشرة وبذلك فقد تمتص استقلابياً Metabolically الى داخل النباتات ، وتتلوث المحاصيل الزراعية بالاشعاع عن طريق النظائر المشعة خلال الجذور وترسيبها على الاوراق وبالتالي انتقالها الى الانسان مباشرة او قد تنتقل الى غذاء الحيوانات .

ومن الامثلة على ذلك تلوث الغذاء بالاسترونشيوم - 90 الذي يشبه الكالسيوم كيميائياً ، ويصل الى الانسان عن طريق تراكمه في النبات والاعشاب التي تتغذى عليها المواشي ، وبالتالي يتركز في ألبانها مما يسبب سرطان العظام ويداهم الاجنة فيسبب تشوهات خلقية للاطفال ، كما يؤدي الى سرطان الدم . ومثله السيزيوم 137 الذي يصل الى الانسان عن طريق تناول حليب الابقار ، بالاضافة الى منتجات الحبوب واللحوم والخضراوات التي تساهم مجتمعة بحوالي ثلثي السيزيوم 137 المتناول ، وعند تناول الانسان للسيزيوم من خلال الاغذية الملوثة به ، فانه يترسب منه حوالي 80 % في العضلات و 8 % في العظام ، كما يتركز في الاعضاء والانسجة الدقيقة مثل الكبد ويؤدي ذلك الى سرطان الدم .

ويتلوث الغذاء باليود المشع 131 الذي يتصف بفترة نصف عمر قصيرة تصل الى ثمانية أيام ، والتحلل الاشعاعي لهذا النظير يكون سريعاً مقارنة بالوقت اللازم لانبات ونمو المحاصيل الزراعية ، ولذلك لا يحصل تلوث خطير من امتصاص الجذور لليود المشع 131 ، ومن جهة اخرى فقد يدخل اليود المشع اجسام الابقار مباشرة عند تناولها نباتات المراعي الملوثة خارجياً ومن ثم يصل الى الحليب ومنتجاته مما يؤدي الى احتمال حدوث تلوث باليود يتأثر به الانسان ، ويجب ان يؤخذ هذا بعين الاعتبار حيث يسبب سرطان الغدة الدرقية ، ويبين الشكل رقم (24) مسارات الاشعاع كجراحة داخلية ناشئة عن تناول اغذية ملوثة .

شكل (24)



مسارات الاشعاع كجرعة داخلية ناشئة عن تناول اغذية ملوثة [27]

كما يبين الجدول (6 - 10) بعض انواع الاضرار البيولوجية الخطيرة نتيجة الاشعاع .

جدول (6 - 10)

التأثيرات البيولوجية المهمة	مستوى النظام البيولوجي
تدمير الجزيئات الكبيرة مثل الانزيمات ، الحامض النووي الرايبوزي RNA ، والحامض النووي الديوكسي رايبوزي DNA تشويش عمليات التحليل الغذائي .	1 - جزيئي
تدمير الأغشية الخلوية ، النواة الكروموسومات ، المايكوندنريا والليسوسومات .	2 - دون الخلوي
إعاقة الانقسام الخلوي ، الموت الخلوي التحول الى الحالة الخبيثة (السرطانية) .	3 - الخلوي
تعطيل بعض الاجهزة مثل الجهاز العصبي المركزي ، نخاع العظم ، القناة الهضمية بحيث يحتمل ان تؤدي الى موت الحيوانات واحداث السرطان .	4 - النسيج ، العضو
الموت ، تقصير العمر الاشعاعي .	5 - الحيوان بكامله
تغير في الصفات الوراثية بسبب الطفرات الجينية والكروموسومية في افراد الحيوانات .	6 - مجاميع الحيوانات

بعض انواع الاضرار البيولوجية الخطيرة نتيجة الاشعاع [28]

9- 6 الكوارث البيئية الناتجة عن حوادث التلوث بالاشعاع

مازالت تعيش في أذهان العالم حتى هذه اللحظة كارثة مدينتي ناغازاكي وهيروشيما في اليابان عندما أُلقت أمريكا قنبلتين ذريتين عام 1945، ونجم عن هذه الكارثة قتل أكثر من 100000 شخص وجرح نصف مليون مواطن ياباني كانت اصابات 20 % منهم بالامراض الاشعاعية ، كما تم تدمير 75 % من المباني بالكامل ، ومازالت آثار التشوه الخلقي نتيجة هذه الكارثة ماثلة في ذهن الشعب الياباني ، فقد أثبتت التجارب ان السرطان الناتج عن تعرض الاشخاص للاشعاع قد حدث بنسب عالية اكثر مما هو متوقع ، وكان سرطان الدم هو السرطان الوحيد الذي كان منتشراً بكثرة في المناطق التي تأثرت بكارثة القاء القنبلتين ، الا ان سرطانات من انواع اخرى بدأت تظهر ، بالإضافة الى وجود تأثيرات وراثية ذرية على الناجين بسبب الاشعاعات المؤذية ، وقد ثبت ان الاشعة الذرية تؤثر في ايجاد امراض الغدد التناسلية مثل العقم المؤقت ، وتشوه المولود والاجهاض للمرأة الحامل ، كما تؤثر على الجلد وتؤدي الى حدوث تقرحات في جدار المعدة وحدوث اضطرابات هضمية وغثيان وقيء واسهالات تكون مختلطة بالدم .

ومن الحوادث أيضاً أن التعرض لاشعاعات الراديوم له مخاطر كبيرة ، وأكثر انواع التعرض هو ما حدث لمجموعة من الشابات يعملن في طلي عقارب الساعة بالراديوم حيث دخل الراديوم الى الجسم بصورة رئيسية عن طريق ترفيع الفرشاة بشفافهن ، وأدى ذلك الى اصابتهن بسرطان اللسان Tongue Cancer .

ومن اهم الكوارث الاشعاعية التي حدثت في العالم كارثة مفاعل تشيرنوبل في مدينة كييف السوفياتية في شهر نيسان عام 1986 حيث أدى الهواء المشع الى تلوث مصادر المياه والغذاء والتربة ، وبشكل عام تلوث البيئة بالاشعاعات المختلفة ، فمثلاً لقد كان مستوى الاشعاعات النووية في سواحل السويد على بحر البلطيق يفوق المستوى الطبيعي بمائة مرة ، وتحليل العينات الفضائية وجد السويديون انها تحتوي على (سيزيوم - 134 , 137 , 143) ، يود - 131 ، موليبيدوم 99 ، روثينيوم 103 ، لانتان 140 ، وزركونيوم 95 وعناصر مشعة اخرى لا توجد في الفضاء في الحالات العادية ولا تنشأ إلا عن تفجير نووي .

وكان مستوى الاشعاع في بولندا في الخامس من أيار عام 1986 اكبر من

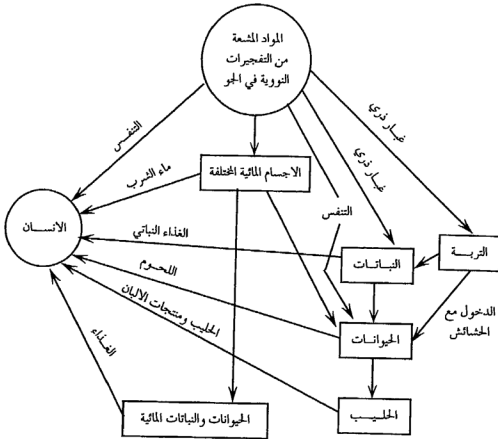
المستوى الطبيعي بـ 500 مرة ، ووصلت نسبة المواد المشعة في هولندا في نهر الراين الى 80 ضعفاً ، وبلغت نسبة اليود 131 المشع في بعض المراعي ما يقارب 170000 بيكريل ثم تبين ان اليود 131 قد امتد الى أماكن كثيرة . كما ان مياه المطر في إنجلترا قد تلوثت بالاشعاع حيث اصبح يحتوي اللتر الواحد من الماء على 300 بيكريل ، ووصلت نسبة الاشعاع في مياه سكوتلندا الى 100000 بيكريل / لتر ، وكذلك لم تسلم المدن الالمانية من هذه الكارثة ، ففي اليوم السابع من ايار عام 1986 كانت نسبة التلوث في مدينة أيسن 10000 بيكريل وفي مدينة بون 25000 بيكريل مما حدا بالسلطات الالمانية الى اتخاذ احتياطات وتدابير لتجنب السكان آثار التساقط النووي ، ونصححت بابقاء الصغار داخل المنازل وعدم الاغتسال بمياه الامطار ، وغسل الخضار والفواكه غسلاً جيداً ، والاحتفاظ بالماشية في الاصطبلات ، وامرت السلطات الالمانية بالتخلص من اطنان الفاكهة والخضراوات ، كما قامت هولندا بحرق عشرات الالوف من لترات الحليب [29] .

ونجم عن كارثة تشيرنوبل آثار صحية منها آثار حادة مبكرة Acute Effect وأخرى لها آثار متأخرة ، وتراوح نسبة الجرعات التي لها آثار حادة ما بين (1600 - 200) راد ، وكانت آثار الاشعاع ناجمة عن اشعة جاما (γ) التي تخترق الجسم ، وآثار ناتجة عن اشعة بيتا (B) غير المخترقة للجسم ، وقد أدت اشعة جاما Gamma Ray الى قصور حاد في نخاع العظام ، بالإضافة الى اعراض معوية حادة ، وتراوح نسبة الجرعات في المدن ما بين (800 - 1000) راد ، وادت اشعة بيتا Beta Ray الى حروق شديدة لدى 48 شخصاً وغطت الاصابة 90 % من سطح الجسم حيث تسببت هذه الحروق بوفاة المصابين .

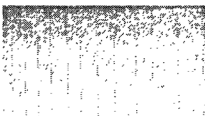
كما ترك الحادث تأثيراً وراثياً على الاجنة في الارحام خلال الفترة التي تتراوح اعمارها بين (15 - 8) اسبوعاً وقدّرت نسبة احتمال الاصابة بالتخلّف العقلي الحاد بـ 40 % من كل 100 راد اثر التعرض لتشعيع لحظي حاد . وادت المنتجات المشعة الصادرة عن حطام مفاعل تشيرنوبل الى مشاكل صحية بالنسبة للانسان في الدول الأوروبية حيث زادت كمية الجرعة الاشعاعية التي يتلقاها المواطن في هذه الدول ، مما تسبب في وفاة 32 شخصاً نتيجة الحروق وتليف انسجة الدماغ والكلية واصابة 206 شخصاً ، وتوقع احد علماء الجمعية الكيميائية الامريكية انه سيصاب خلال الـ 70 سنة القادمة ما يزيد على مليون شخص بالسرطان من مختلف

أنحاء العالم بسبب تعرضهم للاشعاعات المنبعثة من مفاعل تشيرنوبل [11] ، وارفق هنا مخططاً يبين كيفية انتقال المواد المشعة الناتجة عن التفجيرات النووية الى الانسان .

شكل (25)



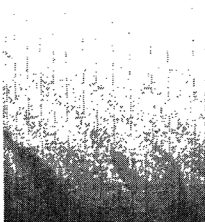
مخطط يبين كيفية انتقال المواد المشعة الناتجة عن الانفجارات النووية الى الانسان [44]



الفصل السابع

التلوث الضوضائي

Noise Pollution



التلوث الضوضائي

1 - 7 ما المقصود بالتلوث الضوضائي ؟

يعتبر الضجيج شكلاً من أشكال التلوث وخصوصاً في المدن الكبرى ،حيث سادت الفوضى القيم الاخلاقية واصبح سكان المدن الكبرى في حالة قلق دائم بسبب تشويه الحياة بالاصوات المزعجة وتخريب المظاهر الجمالية للطبيعة ، كما اصبح الضجيج يسيطر على الانسان ويكدر عليه عيشه ويعكر كل اسباب الراحة والهدوء [11] .

ولقد اصبح من ابرز سمات المجتمع المعاصر في أيامنا هذه القلق وعدم الاستقرار والاضطراب والفوضى ، مما جعل اعصاب الانسان متوترة مشدودة ، ولم يعد يعيش في هدوء وسكينة رغم توافر الكثير الكثير من وسائل الراحة ، ولم يتوقف الامر عند هذا الحد ، فقد غابت الكثير من المظاهر الجمالية في الحياة فلم نعد نسمع الاصوات الهادئة مثل زقزقة العصافير وخيرير المياه وغابت هذه المناظر التي تريح النفس بعد ان طغت عليها زمجرة اصوات التكنولوجيا وهدير الصناعة الى غير ذلك من مسببات الضوضاء حيث الاصوات المزعجة لوسائل النقل من سيارات وطائرات وقطارات وحركة آلات المصانع التي تتحرك يميناً وشمالاً ، نزولاً وصعوداً مصدرة مزيجاً من الاصوات المزعجة التي تؤثر على صحة الانسان .

ويمكن ان نعرف التلوث الضوضائي Noise Pollution بانه « حالة تداخل مزيج من الاصوات المزعجة التي تؤثر على صحة الانسان حيث اصبحت هذه الاصوات مصدر قلق تؤرق راحة الانسان وتؤثر على الجهاز السمعي والجهاز العصبي اذا تجاوزت الحدود المسموح بها » . ويقاس التلوث الضوضائي بوحدة قياس تسمى الديسيبل Decible الذي يعبر عن وحدة قياس ارتفاع الصوت او شدة الصوت « مستوى الضغط السمعي » .

ان هذا النوع من التلوث الذي يقض مضاجع الانسان ارتبط كما هو واضح بالتقدم الصناعي والتكنولوجي ووسائله المتطورة التي تحدث كحماً هائلاً من الاصوات التي تحيط بنا وتغرقنا في بحر من الضجيج المستمر ، فالمكيفات ومكبرات الصوت والغسالات والمسجلات واصوات السيارات والشاحنات والدراجات النارية والآلات الثقيلة التي تكسر الاسفلت « ضاغطات الهواء Compressors » ووضع المطارات

في وسط المدن كلها تسهم في احداث الضجيج غير المحتمل ليس للانسان وحده ، بل والحيوانات فتجدها هاربة في كل اتجاه ، واثّر ذلك على مظاهر الجمال لسلوك الطيور حيث طغت هذه الاصوات المزعجة على اصواتها وانغامها الموسيقية الرائعة ، فكان قرارها ان تهاجر بعيداً بعيداً عن عالم القوضى والاضطراب .

2- 7 مسببات او مصادر التلوث الضوضائي

لقد أشرت الى ان التقدم التكنولوجي والصناعي الذي شهدته الكثير من الدول كان السبب الرئيس وراء حدوث هذا النوع من التلوث ، وسأذكر هنا أهم مصادر التلوث الضوضائي مع شيء من التفصيل :

(الضوضاء الناتجة عن وسائل النقل

للطائرات النفاذة Supersonic Planes التي تسير بسرعة اكبر من سرعة الصوت تأثير خطير على صحة الانسان بسبب الصوت الشديد الذي ينجم عنها ، كما يؤثر ضجيجها على الطيور ويسبب موتها عند اختراق الطائرة النفاذة لحاجز الصوت ، ولقد أشارت احدى الدراسات التي اجرتها جامعة كاليفورنيا الى ارتفاع نسبة الامراض والوفيات في المناطق القريبة من المطارات حيث يعمل ضجيج الطائرات على زيادة التوتر والقلق ، وتوصل الباحثون الى ان نسبة الوفاة بمرض تليف الكبد تزيد بمقدار 140 مرة في المنطقة القريبة من مطار لوس انجلوس في امريكا عن المنطقة التي تبعد تسعة كيلومترات ، بالإضافة الى وجود حالات من التشوه الخلقي لدى المواليد بسبب ضوضاء الطائرات التي يصل فيها مستوى الضوضاء الى 120 ديسيبل خلال اقلاع الطائرات او هبوطها .

كما ان هناك مستوى من الضوضاء ينتج عن حركة الشاحنات الثقيلة والسيارات والقطارات ، ويعتمد هذا المستوى الذي يتعرض له الانسان على بعد المسافة بينه وبين مصدر الضوضاء ، فمثلاً اذا كانت الشاحنة تبعد عن الانسان مسافة ستة امتار فانه يتعرض لمستوى مرتفع من الضوضاء يتراوح بين (90 - 100) ديسيبل .

وحددت الكثير من الدول معدل الضجيج الصادر من الشاحنات والسيارات في بلادها ، ومن هذه الدول بريطانيا التي حددت معدل الضجيج للشاحنات والسيارات الثقيلة Heavy Trucks التي يقل وزنها عن 12 طناً من (85 - 92) ديسيبل ، كما حددت اليابان هذا المعدل عام 1971 بـ 80 ديسيبل للشاحنات و 70 ديسيبل

للسيارات [107] .

والصوت الناتج عن وسائل النقل او غيرها من وجهة فيزيائية هو ارتجاجات وتموجات عرضية هوائية بسرعة تساوي 340 م / ث . وقد ثبت ان تعرض السائق للضجيج بمعدل 88 ديسيبل يقلل من قدرته على الانتباه بنسبة 10 % ، وتزداد هذه النسبة الى 20 % في حال تعرضه الى 95 ديسيبل . ويتتج مصدر الضجيج في السيارة من المحرك بالإضافة الى الاطارات والفرامل وانظمة النقل وتذبذب الهواء وجسم السيارة [5] .

والزيادة في حمولة السيارة تسبب ارتفاعاً للضجيج بمعدل 7 ديسيبل ، لذلك فان بعض الدول منعت استعمال السيارات ذات الضجيج المرتفع ، واستعمال الزامور المزعج ، بالإضافة الى ان بعض الشركات تستخدم الفولاذ في صناعة السيارات الذي يمتاز بقدرته على امتصاص الضجيج ، ويمكن التقليل من الضوضاء عن طريق استخدام كاتم الصوت Mufflers ومراوح ساكنة Quieter Fans ، كما تحدث القطارات ايضاً مستويات عالية من الضجيج تصل الى 95 ديسيبل في صالون الركاب.

ويبين الجدول رقم (1 - 7) مستويات الضوضاء في بولندا من مصادر

مختلفة .

جدول (1 - 7)

مصدر الضوضاء	مستوى الضوضاء بالديسيبل (db)	بعد مصدر الضوضاء عن نقطة القياس
سيارة صالون	85	3 متر
سيارة شحن	92	3 متر
عربة قطار	89	7.5 متر
دراجة نارية	100	3 متر
قطار ركاب	107	3 متر
طائرة نفاثة	110 - 120	مسافات مختلفة
فرملة المحركات النفاثة	130	10 متر
محطة طاقة كهروحرارية	86	50 متر
منشار خشب	93	25 متر

تابع جدول (7-1)

مصدر الضوضاء	مستوى الضوضاء بالديسيبل (db)	بعد مُصدر الضوضاء عن نقطة القياس
صفارة الانذار	80 - 100	مسافات مختلفة
صفارة القطار	100 - 120	مسافات مختلفة
مصانع المباني الجاهزة	96	20 متر
قطار كهربائي	69	7.5 متر

مستويات الضوضاء في بولندا [107]

الضوضاء الناتجة من الأماكن السكنية والمصانع

ويستعمل في هذه الأماكن اجهزة التجفيف Dryers والغسّالات Washers واجهزة الستيريو Stereos واجهزة الراديو والتلفزيون والاجهزة المنزلية الاخرى مثل المضخات والموتورات ، هذا بالإضافة الى الضوضاء الناجمة عن الماكينات والمكاتب Machinery office Noise حيث توجد الآلات الكاتبة والمطابع Presses وماكينات النسخ Copy Machines .

وبين الجدول رقم (7-2) مستويات الضجيج بالديسيبل لبعض مصادر الصوت ومن ضمنها ضجيج المصانع التي تنتج عن حركة الآلات المختلفة حسب نوع المصنع الذي تستخدم فيه هذه الآلات .

جدول (7-2)

مصدر الصوت	مستوى ارتفاع الصوت (ديسيبل)
محرك الطائرة على مسافة 5 أمتار	116
ضجيج المصانع	(20 - 100)
مكتب للطبع والطباعة والضرب على الآلة الكاتبة	(60 - 80)
ضجيج الشوارع	(60 - 90) وأكثر
دق الساعات على مسافة 50 سم	30
حفيف الشجر عند وجود الريح	10

مستويات الضوضاء لبعض مصادر الصوت [5]

3 - 7 / الاضرار الصحية الناجمة عن التلوث الضوضائي

يترتب على المستويات المرتفعة من الضوضاء اخطار كبيرة حيث تؤثر على الاعصاب وتلحق الضرر بصحة الانسان الجسدية والنفسية ، فظهر على الاشخاص الذين يتعرضون للضوضاء علامات الكآبة والضيق والصداع وصعوبة التركيز ، كما يسبب الضجيج المرتفع عند الانسان ألماً ودوراناً في الرأس واحساساً بالخوف ، وتحت تأثير ذلك تحصل عدة تغييرات في جسم الانسان منها احداث خلل في عمل الجهاز العصبي الذي يمكن ان يؤدي الى صمم في الاذنين ، وان التأثير على الجهاز العصبي يقود الى عجز في النوم مع ارتكاسات تتجلى بالصداع وتوتر الاعصاب والارهاق اذا وصلت نسبة الضوضاء الى 90 ديسيبل ، وتشير الاحصائيات الى ان اكثر من 70 % من مرضى الاعصاب الذين يدخلون المستشفيات في العالم يتعرضون لضوضاء تتراوح ما بين (80 - 100) ديسيبل [5,11] .

ويقدر عدد الاشخاص في كافة انحاء العالم من فئة العمر (50 - 60) سنة الذين فقدوا سمعهم جزئياً او كلياً بعشرات الملايين ، ومن المتوقع ان تزداد نسبة هؤلاء الاشخاص بالنسبة للجيل الحاضر من الشباب عند بلوغهم تلك السن بسبب تعرضهم المتزايد للضوضاء مقارنة بالاجيال التي سبقتهم [44] .

كما أن للضجيج دوراً في الاسبابة بالامراض الناتجة عن التوتر مثل القرحة بانواعها وضغط الدم ، ويرى الاختصاصيون ان المستويات العالية من الضوضاء قد تؤدي الى عوامل اخرى وامراض بيئية تصيب قوقعة الاذن بمضاعفات مثل الاسبابة بالسكري او ضغط الدم او تصلب الشرايين ، وهذه المتغيرات الفسيولوجية وغيرها من الامراض العضوية التي لها تأثير سيء على سمع الانسان . وفي حالة وصول مستوى الضوضاء الى 130 ديسيبل ، فان ذلك يحدث تدميراً لميكانيكا السمع ، ويرافق ذلك آلام شديدة تؤثر على الجهاز العصبي والدورة الدموية وتزيد من سرعة نبض القلب وارتفاع الادرينالين مما يؤدي الى ارتفاع ضغط الدم او هبوط القلب الذي يتسبب بالوفاة [166,178]

وأشارت احدى الدراسات الامريكية انه في حالة وصول مستوى الضوضاء الى 80 ديسيبل او اكثر فان ذلك يؤدي الى الارهاق والاجهاد للانسان وخصوصاً السيدات حيث يؤثر على لون البشرة وجمالها ، كما يبدو على الذين يعملون في

اماكن كثيرة الضوضاء شحوب البشرة وجفافها .

وأثبتت الابحاث العلمية والتجارب ان الجنين يكون هادئاً ونبضات قلبه منتظمة اذا سمع اصواتاً موسيقية هادئة ، وفي حالة الاصوات الصاخبة تتغير حالة الجنين حيث تحدث اضطرابات شديدة في صورة تحرك شديد للاطراف وازدياد ضربات القلب ، بالإضافة الى ذلك فان التأثير الضوضائي قد يؤدي الى الامراض العصبية والنفسية والعقلية الى جانب الامراض العضوية التي يسببها التوتر . [107,166,178]

كما اكدت الابحاث العلمية ان المستوى العالي من الضوضاء يؤثر سلباً على الحالة النفسية والبدنية للانسان ، فمثلاً تنخفض كفاءة الشخص الذي يقوم باعمال كتابية بسبب الضوضاء بمعدل 60 % ، وتقل كفاءة من يقوم باعمال بدنية بمعدل 30 % ، ويبين الجدول (3 - 7) مستويات الضوضاء المسموح بها طبقاً لقانون السلامة المهنية والصحة .

جدول (3 - 7)

الزمن المصروح به في اليوم بالساعات	المنسوب الصوتي بالديسيبل
16 hr	85
12 hr	87
8 hr	90
6 hr	92
4 hr	95
3 hr	97
2 hr	100
1.5 hr	102
1 hr	105
0.5 hr	110
> 0.25 hr	115

مستويات الضوضاء المسموح بها طبقاً لقانون السلامة المهنية والصحة [مصادر متعددة]

وتترك الضوضاء كذلك تأثيرات انفعالية على الانسان ، ويعتمد ذلك على مستوى شدة الضوضاء التي يتعرض لها الشخص ، ويبين الجدول (4 - 7) مصادر الضوضاء التي تتركها مستويات مختلفة من شدة الضوضاء مقاسة بالديسيبل .

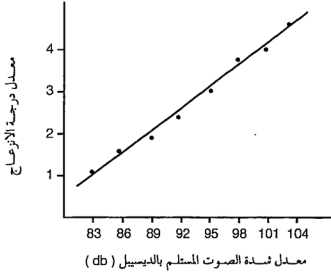
جدول (4 - 7)

شدة الضوضاء المستلمة بالديسيبل	ملاحظات وامثلة على المصدر الصوت	درجة الازعاج
132	مهما كان المصدر يؤدي الى تخريبات في الاذن بعد التعرض لمدة 30 دقيقة.	خطورة عالية - اكثر من الازعاج .
128	—	مزعج جداً .
118	طائرات نفائة سرعتها اقل من الصوت على بعد 700 قدم .	مزعج .
113	—	درجة متوسطة من الازعاج .
109	—	درجة منخفضة من الازعاج .
100	طاحونة الصخور .	درجة منخفضة من الازعاج .
96	شاحنة كبيرة على بعد 50 قدم .	درجة منخفضة من الازعاج .
94	—	ابتداء الشعور بالازعاج .
92	حركة المرور وسط المدينة .	حدود عليا مقبولة .
87	رنين جرس التلفون على بعد 10 قدم.	—

التأثيرات الانفعالية التي تتركها مستويات مختلفة من شدة الضوضاء
على الانسان [44]

وأرفق هنا شكلاً يبين العلاقة بين معدل شدة الصوت ومعدل درجة الازعاج
الناتجة عن ضوضاء الطائرات النفاذة .

شكل (26)



تدرج الازعاج من ضوضاء الطائرات النفاذة [44]

ولا يتوقف تأثير الضوضاء على الانسان وحده ، بل تمتد هذه الآثار الضارة الى الحيوانات الأليفة والبرية حيث تنخفض كمية الحليب عند الابقار حال تعرضها لمستوى عالٍ من الضوضاء خلال عملية الحلابة، لان ذلك يؤثر على اعصابها وعلى حركة عضلاتها التي تساعد على تفريغ ضرع الابقار ، كما تؤثر الضوضاء على نقص كمية البيض عند الدواجن واحداث نقص في اوزان المواشي .

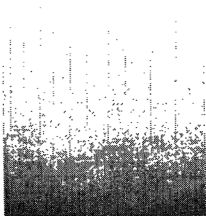
وقد تسبب التلوث الضوضائي في الحاق خسائر اقتصادية لكثير من الدول ، وقدرت خسائر الحكومة الالمانية مثلاً بما يقارب 30 مليار مارك حيث يتعرض اكثر من تسعة ملايين شخص الى مستوى ضوضاء اكثر من 65 ديسيبل ، ويتعرض في بولندا حوالي نصف مليون عامل الى مستوى ضوضاء اكثر من 95 ديسيبل ، مما تسبب في تلف الاجهزة السمعية لما يقارب 8000 عامل منها سنوياً ، اضافة الى ما نسبته 13 % من سكان بولندا الذين يعانون من ضعف شديد بالسمع بسبب ارتفاع مستويات الضوضاء هناك مما يكلف بولندا مبالغ كبيرة تنفقها على العلاج .

وللتقليل من نسبة التلوث الضوضائي فقد ثبت ان لدى اوراق الاشجار القدرة على امتصاص ما نسبته 35 % مقارنة مع المناطق التي تزرع فيها الاشجار ، ووجد كذلك ان المسطحات الخضراء تقلل من الضوضاء بنسبة تصل الى 40 % ، كما ان الحواجز الاسمنتية والترابية تقلل من انتشار الضجيج ، وفي هذا المجال سعت بعض الدول للتقليل من مستويات الضوضاء الناتجة عن حركة السيارات والقطارات فقد انتجت احدى الشركات الفرنسية مادة لها القدرة على امتصاص الضوضاء الناتج عن حركة السيارات ، كما توصل المهندسون في اليابان الى تصنيع جدران بلاستيكية لا يزيد ارتفاعها عن متر واحد لديها القدرة على امتصاص هدير اصوات القطارات بنسبة 75 % حيث اقيمت هذه الجدران على محاذاة السكك الحديدية والطرق السريعة .

الفصل الثامن

دور البعد التربوي في الحد من مشكلة التلوث البيئي

The Role Of Educational Dimension
In Limitation Of Environmental
Pollution Problem



دور البعد التربوي في الحد من مشكلة التلوث البيئي

يعتبر البعد التربوي Education and Dimension من ابعاد مشكلة التلوث البيئي التي لها أهمية كبيرة ، وذلك من خلال نشر الوعي البيئي المرتكز على اخلاقيات بيئية ' Environmental Ethics تدعو الجميع لضرورة الانتماء الى هذه القرية الكونية بايجابية وتفاعل ، وان نقطة انطلاق الاهتمام في هذا الجانب بدأت من مؤتمر ستوكهولم Stockholm Conference الذي عقد خلال الفترة ما بين (16 - 5) حزيران عام 1972 تحت عنوان « عالم واحد فقط » حيث تضمن المؤتمر ان الانسان صانع بيئته وصانعها في آن واحد ، وأن بين المجتمع والبيئة علاقة وثيقة فهي معيله الطبيعي الذي يوفر له الفرصة للنمو الفكري والاجتماعي والروحي [170] .

والسؤال الذي يطرح نفسه هنا : ماذا نقصد بالبعد التربوي او التربية البيئية ؟!

لقد عرّفت جامعة النوي الأمريكية التربية البيئية Environment Education بانها « نمط من التربية يهدف الى معرفة القيم وتوضيح المفاهيم وتنمية المهارات اللازمة لفهم وتقدير العلاقات التي تربط بين الانسان وثقافته وبيئته البيوفيزيائية ، كما انها تعني التمرس على اتخاذ القرارات ووضع قانون للسلوك بشأن المسائل المتعلقة بنوعية البيئة » [11] .

وعرّفها القانون العام للولايات المتحدة رقم (516 - 91) بانها « عملية تعليمية تُعنى بالعلاقات بين الانسان والطبيعة وتشمل علاقة السكان والتلوث وتعدد السكان والتلوث وتوزيع الموارد واستنفادها وصونها ، والنقل والتكنولوجيا والتخطيط الحضري والريفي مع البيئة البشرية الكلية » .

وتهدف التربية البيئية كمفهوم ، الى بناء المواطن الايجابي الواعي بمشكلات البيئة وتنمية الوعي باهمية البيئة وتنمية القيم الاجتماعية ودراسة المشكلات البيئية وتحليلها من خلال منظور القيم وتنمية المهارات اللازمة لفهم وتقدير العلاقات التي تربط بين الانسان وبيئته البيوفيزيائية ، وتهدف ايضا الى تنمية اخلاق بيئية تسعى الى ايجاد التوازن البيئي ورفع مستوى المعيشة للأفراد وتنمية مفهوم جماهيري اساسي للعلاقات الانسانية والتفاعلات البيئية ككل ، بالاضافة الى تزويد المواطنين بمعلومات دقيقة وحديثة عن البيئة ومشكلاتها بهدف معاونتهم على اتخاذ القرارات السليمة لاسلوب التعايش مع البيئة وتوعية المجتمع بان من حق كل مواطن اتخاذ القرارات

بشأن المشكلات البيئية .

ويقع على عاتق التربية البيئية مسؤوليات ضخمة لتحقيق التعاون بين الدول لتوفير حياة كريمة لكل البشر عن طريق الاستغلال العلمي للموارد المتاحة وتوجيه الاهتمام الى المشكلات البيئية المعاصرة ، وضرورة دراسة المشكلات الناجمة عن التغيرات التكنولوجية التي أحدثها الانسان وكانت لها آثار سيئة على الانظمة البيئية كالتلوث .

وتتمثل مسؤولية التربية البيئية ايضاً في دراسة المشكلات البيئية وتحليلها من خلال منظور شامل وجامع لفروع المعرفة تتيح فهمها على نحو سليم ، كما دعت ندوة بلغراد عام 1975 الى اهمية التربية البيئية التي تهدف الى تكوين جيل واع مهتم بالبيئة وبالمشكلات المرتبطة بها ولديه المعارف والقدرات العقلية والشعور بالالتزام ما يتيح له ان يمارس فردياً وجماعياً حل المشكلات القائمة وان يحول بينها وبين العودة للظهور [10,11,169,170] .

ومن هنا ، فان التربية البيئية اصبحت بعداً مهماً من ابعاد مشكلة التلوث البيئي من خلال غرسها لاخلاقيات بيئية عند الافراد ، وفي هذا الاتجاه يقول « ليوبولد » استاذ البيئة الشهير « اننا نحقق فكرة أخلاقية المحافظة على الارض حين ننظر على انها مجتمع تنتمي اليه ، وبذلك يمكننا ان نستخدم الارض بطريقة تنم عن الحب والاحترام » [10,11] .

والتربية البيئية المرتكزة على وعي بيئي كبير واخلاق بيئية رفيعة كفيلة في ان تسهم في الحد من التلوث وتدهور الحياة ، بالاضافة الى دور العقيدة التربوية في غرس القيم اليمانية والسلوكيات الايجابية للتعامل مع البيئة ، وقد سبق ان اصدرت كتاباً بعنوان « التلوث البيئي » تطرقت من خلاله الى نظرة المجتمع التربوي الاسلامي للبيئة ومشاكلها ، ولا يتم ذلك الا بتنمية الضمير البيئي لدى الافراد [11,19,45] .

ونظراً ، لإن منطقتنا العربية تأثرت بافرازات مشكلة التلوث البيئي ، فقد اولت مفهوم التربية البيئية كل اهتمام من خلال المؤتمرات والندوات التي تم عقدها في مواقع شتى من عالمنا العربي ، ومنها ندوة التلوث التي عقدت في القاهرة عام 1972 تحت اشراف المنظمة العربية للتربية والعلوم والثقافة التي اوصت بضرورة الوعي المعرفي بموضوع التلوث من خلال المحاضرات والندوات والنشرات والحد من انشاء المصانع داخل الاراضي الزراعية ، ودعت الى زيادة التشجير ومنع التعدي على

المناطق المشجرة لمنع التلوث ، كما اوصت الحلقة العربية للتربية البيئية التي انعقدت في الكويت عام 1976 الى ضرورة ابراز دور التربية البيئية في تنمية سلوك الافراد تجاه الحفاظ على المصادر الطبيعية في البيئة والمشكلات البيئية العربية والمحلية ، وضرورة ايجاد فلسفة تربوية تؤكد على واجبات الفرد إزاء صيانة وتنقية وتجميل البيئة .

وفي وطننا العربي ، علينا ان ندخل التربية كبعد اساسي ومهم من ابعاد النظام التربوي الشامل ، الذي لا يغفل كذلك جانب العقيدة التربوية الدينية التي تسهم في الحد من مخاطر مشكلة التلوث البيئي ، من خلال غرس اخلاقيات بيئية رفيعة عند الافراد بدءاً من الروضة وحتى أعلى مراحل التعليم ، ومن الضروري ان تمارس هذه الاخلاقيات عملياً من خلال انخراط الافراد بشكل مجموعات عن طريق المشاركة لان ذلك يقوّي روح الانتماء للبيئة ويجعلها جميلة نظيفة ، لاسيما وان هناك مساحات شاسعة من الوطن العربي مازالت جرداء بدون تشجير ، وان نسبة مساحة الغابات في الوطن العربي منخفضة حيث لا تتجاوز 2 % من مجموع المساحة الكلية للوطن العربي .

إن التربية البيئية تحرص كذلك على بناء الانسان المتطور في عقلية وفكره ، وهذا امر من الاهمية بمكان ، لاننا اذا نجحنا بذلك نكون قد تخلصنا من مظاهر الاستهلاك غير المبرر ، ونتخلص من السلوكيات الخاطئة والاخلاقيات غير السليمة التي تحكمها نوازع الانانية وحب الذات ، ونغرس قيماً بيئية جديدة يحكمها الاثار وحب الطبيعة والجمال ، وبالتالي نحافظ على التوازن البيئي في بيئتنا المحلية والعربية من خلال استثمار الموارد دون ان يكون انفلات او فوضى في التصرفات ، فنكون قد اسهمنا في انقاذ هذا التوازن من الاستمرار في الهبوط والانحدار نتيجة ادخال عناصر جديدة ادت الى رد فعل عنيف في النظام الحيوي .

وعلى خلاصة القول ، فان التربية البيئية تسهم في الحد من مشكلة التلوث البيئي عن طريق نشر الوعي الذي يتمثل في مساعدة الافراد والجماعات على اكتساب الوعي والتفاعل مع البيئة ومشكلاتها وبناء المواطن الايجابي الواعي لمشكلات بيئته ، بالإضافة الى تزويد الافراد بالمعرفة التي تساعد على اكتساب فهم اساسي بالبيئة الشاملة ومشكلاتها ، والمساعدة على اكتساب القيم الاجتماعية والمشاعر القوية بالاهتمام بالبيئة والدوافع للمشاركة في صونها وحمايتها ، وكذلك مساعدة الافراد

على اكتساب المهارات لحل المشكلات البيئية وغرس روح المشاركة الايجابية والعمل على تطوير الشعور بالمسؤولية وضرورة المساهمة في وضع الحلول الملائمة للمشاكل البيئية المختلفة [103,104,105] .

ونخلص ايضاً الى ان التربية البيئية تعتبر رسالة سامية من خلال اهدافها ووسائلها تجاه الانسان ، وعلينا ان نوظفها في منطقتنا العربية لانها تسعى الى الحفاظ على الانسان والحياة بعد ان كادت تفقد الكثير من مصادر نضارتها وجمالها ، ويدرك الانسان ضرورة ان يتبع منهجاً يكون دافعاً للعمل في داخل بيئته فيعتبرها الصديق الوفي ، وما اعظم قول جان جاك روسو الذي خاطب الانسان المتعب الذي أنهكته متاعب الحياة بقوله : « عد الى الطبيعة واستلق في احضانها » .

نعم ، علينا ان نعود للطبيعة ونكون اوفياء لها ، وهذا يتطلب الالتزام باخلاقيات تربوية تجاه البيئة لكي نشعر بالهدوء والأمان ، لان هذه الاخلاقيات تعتبر ثورة قوية تعمل على تعديل الاتجاهات السلوكية للانسان نحو احترام البيئة مما يضمن اعادة التوازن البيئي ، بعد ان هددته الكثير من المخاطر بسبب غياب الاخلاقيات البيئية عن الممارسات التي كان يمارسها الانسان وهو يسير في عكس التيار ضد نفسه وبيئته [11] .

خاتمة الكتاب

فأرجو الله أن يكون كتابي الثاني هذا الذي بذلت فيه من الجهد مايزيد على أربع سنوات إسهاماً يرفد المكتبة العربية التي ما زالت بحاجة الى المزيد من الدراسات والابحاث والمؤلفات من قبل الباحثين والمختصين لتناول مشكلة التلوث البيئي بابعادها المختلفة.

ولأدعي هنا الكمال ، فربما يكون نقص هنا أو هفوة هناك ، إلا انني حرصت على تنوع مصادر هذا الكتاب العلمية لتعطيه زخماً وشمولية ، وليستفيد منه طلبة المدارس والمعاهد العليا والجامعات والمهتمون والمختصون . كما حرصت على إطلاع نخبة من ذوي الاختصاصات ذات العلاقة بموضوع الكتاب والتي اثرت ملاحظاتهم وآراؤهم فصول هذا الكتاب واعطته قيمة كبيرة هي موضع تقديري واحترامي من حيث دقة المعلومة وأمانة احترام الكلمة ، وأشكر كل واحد منهم على تشجيعي لإصدار هذا الانجاز المتواضع . إضافة الى تقييم هذا الكتاب من قبل لجنة متخصصة اختارتها وزارة الثقافة التي قدمت ملاحظات قيمة استفدت منها كثيراً وانعكست ايجابياً على مضمون ومحتويات الكتاب .

وهنا ، اتقدم بالشكر الجزيل لاستاذي الفاضل معالي الدكتور قاسم ابو عين وزير الثقافة ووزير الشباب الذي يدعم الجهود الشابة في أردنا الغالي حيث أعطى الثقافة مفهومها الشامل ، إيماناً منه بأن الثقافة تعكس الصورة المشرقة في مختلف ميادين العلم والمعرفة من أدب وفن وعلم وتكنولوجيا ، لاننا نعيش عصر تفجر المعرفة وثورة المعلومات .

وإن انسى ، فلا انسى شكر استاذي الكريم الاستاذ الدكتور محمود الدويري نائب رئيس جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية الذي تفضل مشكوراً بالتقديم لهذا الكتاب ، كما انني مدين بالشكر والعرفان لكل من الدكتور محمود عبيدات والدكتور سهيل خصاونة والاستاذ النعمان طلافحة من شعبة اللغة العربية في جامعة العلوم والتكنولوجيا على المراجعة والتدقيق اللغوي الذي يعتبر جانباً مهماً يضيف على الكتاب قوة ترابط الافكار ووصولها الى القاريء بوضوح .

وأشكر كذلك ، الزميلات والزملاء في مكتبة جامعة العلوم والتكنولوجيا وجامعة اليرموك وجامعة آل البيت والجامعة الأردنية وجامعة مؤتة على تعاونهم الكبير ، مما

اتاح لي الرجوع الى المصادر العلمية بكل يسر وسهولة .

وأقدم بالشكر والتقدير الى أخي الوفي فايز الذي يوجهني دائماً الى كل ما ينفع الناس ويمكث في الارض ، والى زوجتي الفاضلة التي وفرت لي الجو الهادي للبحث والكتابة ، وأستميح طفلي حمزة وسيف الدين عذراً على تحملهما وصبرهما الذي كاد أن ينفذ ، حتى رأى هذا الانجاز النور .

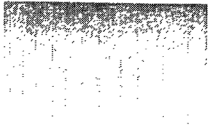
وختاماً ، ليعذرني القاريء الكريم الذي اقدر ذكائه وقدرته على التحليل عن نسيان او خطأ غير مقصود الذي لا يكاد يخلو منه أي انجاز ، آملاً أن يتم تصويب ذلك ما أمكن في طبعة قادمة ، وأسأل الله تعالى أن يأخذ بأيدينا جميعاً لخدمة وطننا وأمتنا والانسانية بكل أمانة ومسؤولية .

المؤلف

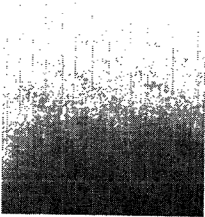
عدنان محمد مساعده

جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية

اربلا 15 حزيران 1997



ملاحق وجداول الكتاب



ملحق (1)

العنصر	التركيز ملغم / لتر	ملاحظات
درجة الحرارة	65	
الدهون والزيوت والشحوم	100	
الاس الهيدروجيني	(5.5 - 9.5) وحدة	
الاكسجين الممتص بيولوجيا	800	
الاكسجين الممتص كيمياويا	2100	
المواد الصلبة العالقة	1100	
الفوسفور	50	
المنظفات الصناعية	26	
كبريتيد الهيدروجين	10	
البورون	5	
الفينول	10	
الكروم	5	يجب الا يزيد تركيز مجموع هذه المعادن الثقيلة مجتمعة عن 10 ملغم / لتر
النحاس	4.5	
القصدير	10	
الكادميوم	1	
النيكل	4	
الرصاص	0.6	
الزئبق	0.5	
الفضة	1	
الزنك	15	
البريليوم	50	
الزرنيخ	5	
الباريوم	10	
الحديد	50	

الحدود القصوى المسموح بتصريفها من مصدر صناعي الى الشبكة العامة في الاردن [9]

ملحق (2)

المرض	عدد الاصابات	النسبة الى عدد السكان	النسبة الى مجموع عدد الاصابات
امراض الجهاز التنفسي	112	0.43	23
التهاب اللوزتين	170	0.65	37
التهاب الحنجرة	94	0.37	22
التهاب العيون	84	0.34	18
المجموع في الاصابات	460	9.77	100

عدد الاصابات الناتجة عن الملوثات في الاردن عام 1979 [9]

ملحق (3)

المادة الملوثة	الكمية طن / سنة
ثاني اكسيد الكربون	1497600
اول اكسيد الكربون	96768
اكاسيد الكبريت	3710
اكاسيد النيتروجين	614
مواد هيدروكربونية غير محترقة	614
سناج	3225

تأثير استهلاك الطاقة في قطاعي المنازل والخدمات على البيئة

في الاردن عام 1988 [9]

ملحق (4)

الاسم	الصيغة	الكثافة النوعية	النسبة بالوزن	العيارية التقريبية
حامض الخليك	CH_3COOH	1.05	99.5 %	17 N
حامض الهيدروكلوريك	HCl	1.19	38 %	12 N
حامض الهيدروبروميك	HBr	1.49	48 %	9 N
حامض الهيدروفلوريك	HF		48 %	27 N
حامض الهيدروآيوديك	HI	1.70	57 %	7 N
حامض النيتريك	HNO_3	1.42	70 %	16 N
حامض البركلوريك	HClO_4	1.54	60 %	9 N
حامض الفوسفوريك	H_3PO_4	1.69	85 %	45 N
حامض الكبريتيك	H_2SO_4	1.84	96 %	36 N

الحوامض المركزة وصيغها الكيميائية وعايرتها [مصادر متعددة]

ملحق (5)

الملوثات	مصادرها	الاضرار الصحية
الدهيدات	الانحلال الحراري للشحوم او الدهون الكليسترون .	تهيج الجداري التنفسية والانفية .
امونيا	العمليات الكيميائية مثل عمل الاصباغ والمتفجرات ومواد الطلاء والمخصلات .	تهيج مجاري التنفس .
ارسينات	عمليات سبك المعادن او الحوامض التي تحتوي الارسين .	تكسير الخلايا الحمراء في الدم ، وتلف الكلى وتحدث اليرقان
اول اكسيد الكربون	عادم محرك البنزين .	يقلل قدرة حمل الاكسجين في الدم .
الكلور	قصر القطن والطحين وعمليات كيميائية اخرى .	يهاجم الجداري التنفسية باكملها .
سيانيد الهيدروجين	من الغازات ومن التيار الهوائي للانفان والصناعات الكيميائية وطلاي المعادن .	يتدخل في الخلايا العصبية ويسبب جفاف الحجرة ورؤية غير واضحة والصداع .

تابع ملحق (5)

الملوثات	مصادرها	الاضرار الصحية
فلوريد الهيدروجين	من تكرير البترول ونحت الزجاج و انتاج الخصبات والالمنيوم .	يهيج وي تلف جميع ممرات الجسم .
كبريتيد الهيدروجين	من معامل التكرير والكيماويات ومن وقود الفحم .	ينتج روائح تشبه البيض الفاسد ويحدث الغثيان ويهيج العيون والحنجرة .
اكاسيد النيتروجين	من عادم محركات المركبات والفحم الهش .	تقلل من حركة الاهداب، وتؤثر على الرئتين .
الفوسجينات كلوريد الكاربونيل	من صنع الاصباغ والمواد الكيماوية .	يسبب السعال والتهيج والاستسقاء الرئوي المميت .
ثاني اكسيد الكبريت	من احتراق الفحم والنفط .	يسبب قبح الصدر والصلع والتقيؤ والموت من اعتلال جهاز التنفس .
الدقائق المعلقة (الرماد والغازات والدخان)	مواد حرق القمامة وتقريباً جميع عمليات الانتاج .	يسبب انتفاخ وتهيجات العين ومن المحتمل السرطان .

أهم ملوثات الهواء الشائعة والاضرار الصحية الناتجة عنها [مصادر متعددة]

ملحق (6)

مجال الاستعمال	الكمية المستعملة (بالطن)	النسبة المئوية (%)
البطاريات الكهربائية	583000	43.1
منتجات معدنية	354000	26.2
منتجات كيماوية	272000	20.1
الاصباغ	101000	7.5
استعمالات اخرى متنوعة	42000	3.1

أهم مجالات استعمالات الرصاص في دولة متقدمة صناعياً [44]

ملحق (7)

المريض	مصدر المرض	طرق العدوى	مدة الحضانة	فترة العدوى	مكان انتشاره	الطرق الوقائية
الحصى التيفية	براز و سول المرضي والمصابين لجرثيم المرض والمياه الملوثة بجرثيم المرض.	عن طريق الطعام والماء الملوئين ببراز المصابين والخسرات والذباب .	(28 - 7) يوماً	منذ بداية المرض وحتى الشفاء وكذلك طول مدة مخالطة حملة جراثيم المرض .	في كل مكان من العالم تقريباً.	اتخاذ جميع التدابير الصحية التي تمنى بصحة الماء والغذاء (اتباع وسائل نية في الصرف الصحي) الثقافة الصحية - التلقيح ضد المرض مراقبة حاملي المرض وعدم السماح لهم بالعمل في أماكن صنعة الغذاء والمطاعم.
الحصى نظيرة التيفية (البارافيتيكية)	المرض وحملة الجراثيم والحيوانات المنزلية .	عن طريق الطعام والماء الملوئين بالبراز والخسرات والذباب واللحم والبيض الملوئين.	(5 - 1) أيام			نفس الاجراءات المتخذة في مكافحة الحصى التيفية .
الزحار الجرثومي (الدوسنتاريا الباسيلة)	براز المصابين من المرضى . والغذاء الملوئين التماس المياثر مع المرضى وحملة الجراثيم وبواسطة الماء والغذاء الملوئين.	عن طريق الماء والغذاء الملوئين باختلافات البرازية.	(7 - 1) أيام	خلال فترة المرض وطوال مدة مخالطة حملة الجراثيم .	في جميع المناطق ذات المناخ الحار اكثر من المناطق الشاغبة الاخرى .	- اتخاذ جميع التدابير للعناية بصحة الماء والغذاء . - التدابير الوقائية العامة . - التخلص الفني من الفضلات السائلة بطريقة صحية . - طهي الطعام جيداً .
التهاب الكبد	الاتصال الشخصي وعن طريق البراز والدم وحملته الجراثيم .	عن طريق الطعام والماء الملوئين ، الاتصال المياثر بالدم .	(50 - 10) يوماً وعادة بين (35 - 30) يوماً	خلال فترة المرض وطوال المدة لدى حملة الجراثيم .	في كل مكان .	- مراعاة جميع قواعد النظافة الشخصية . - اتباع التدابير الخاصة بالصحة الغذائية والماء وغلي الادوات الجراحية والمحاقن البلاستيكية مرة واحدة - العناية بالتدابير الصحية في الشاء عملات نقل الدم . - تحضير الأغذية بطريقة صحية .

تابع ملحق (7)

المرض	مصدر المرض	طرق العدوى	مدة الحضانة	فترة العدوى	مكان انتشاره	الطرق الوقائية
الزحار التحولي الدونستاريا الاميبية	براز المرضى . - الاتصال الشخصي . - المواد البرازية . - الطعام والماء الملوثين .	من 3 ايام الى عدة اشهر	خلال فترة المرض وطوال المدة لدى حملة الجراثيم .	خلال فترة المرض	في المناطق الاستوائية والخسرة التي يستوطن فيها المرض .	- اتباع قواعد النظافة الخاصة بصحة الماء والغذاء والتعقيم الصحي وطهي الطعام جيداً . - مكافحة الحشرات . - التخلص الفني من المخلفات السائلة .
الديفثان	من المرضى والمصابين والحيوانات .	عن طريق المصابين والحيوانات .	من يومين الى شهر	خلال فترة المرض .	في كل مكان وفي جميع الاقوات .	التدابير الصحية العامة وصحة الغذاء .
الكوليرا	من الغذاء والماء الملوثين ومن المرضى المصابين وحملة الجراثيم لمدة قصيرة او طويلة .	عن طريق البراز عن طريق الطعام والماء الملوثين بالمخلفات البرازية	من (5 - 1) ايام	من (14 - 5) يوماً بعد بدء المرض .	في المناطق الملوثة وفي المناطق الاخرى خلال الجائحات	- حماية وتنقية المياه . - النظافة الشخصية . - طهي الطعام جيداً . - عزل الحالات والعلاج بتعويض سوائل الجسم بالاملاحات ويعطى اللقاح وقاية غير كاملة .
التسمات الغذائية .	بالطعام الملوث الذي يحتوي على الجراثيم او العناصر المرضية .	عن طريق الغذاء	من (36 - 2) ساعة		في كل مكان .	مراعاة النظافة والصحة الشخصية وحماية الاغذية والماء وبسرة منتجات الالبان وابعاد المرضى المصابين بالاسهال والجروح .
التهابات المعدة والاعضاء الطفولي الجراثيم .	من المرضى وحملة الجراثيم والحيوانات .	عن طريق البراز والماء والغذاء الملوثين .	من (5 - 1) ايام	خلال فترة المرض وبخاصة حملة الجراثيم .	في جميع الاقوات وفي جميع المناطق .	مراعاة قواعد الصحة العامة والنظافة وصحة الماء والغذاء والتعقيم الصحي .
التهاب المعدة والاعضاء الطفولي بالحماس الرائحة .	من المرضى والحيوانات الحاملة للمرض .	المخلفات البرازية كالماء والغذاء الملوثين والملاصقة والاتصال المباشر	من (2 - 1) يوم	خلال فترة المرض وحملة الجراثيم لمدة (14 - 3) يوم .	في جميع الاقوات وفي جميع المناطق .	تتبع نفس التدابير .

الامراض التي تنتقل عن طريق الماء والغذاء [33,51,53,60]

ملحق (8)

الملوثات	ملغم / لتر
الرقم الهيدروجيني PH	4 - 9
الأكسجين المستهلك كيميائياً COD	2000 - 62000
الأكسجين المستهلك حيوائياً BOD	60 - 45000
الأمونيوم NH_4^+	120 - 3200
الكلور CL^-	750 - 5200
الكبريتات SO_4^{-2}	1 - 1600

بعض الملوثات العضوية وغير العضوية في المياه العادمة [85]

ملحق (9)

احادية التكافؤ (- 1)	ثنائية التكافؤ (- 2)	ثلاثية التكافؤ (- 3)	رباعية التكافؤ (- 4)
الهيدروكسيد OH^-	الكاربونات CO_3^{-2}	البورات BO_3^{-3}	سيانيد الحديدوز $Fe(CN)_6^{-4}$
الخلات CH_3COO^-	الكروميت CrO_4^{-2}	اورثوفوسفيت PO_4^{-3}	
الفلوريد F^-	الدايكروميت $Cr_2O_7^{-2}$	سيانيد الحديدك $Fe(CN)_6^{-3}$	
الكلوريد Cl^-	الاوركزالات $C_2O_4^{-2}$		
البروم Br^-	الكبريتات SO_4^{-2}		
اليود I^-	الفوسفات احادية الهيدروجين HPO_4^{-2}		

تابع ملحق (9)

رابعة التكافؤ (- 4)	ثلاثية التكافؤ (- 3)	ثنائية التكافؤ (- 2)	احادية التكافؤ (- 1)
		الأكسيد O^{2-}	هائيوكلورات ClO^-
		البيروكسيد O_2^{2-}	الكلورات ClO_2^-
		الكبريتيد S^{2-}	الكلوريت ClO_3^-
		الكبريتيت SO_3^{2-}	البيركلوريت ClO_4^-
			النترات NO_3^-
			النيتريت NO_2^-
			البيكاربونات HCO_3^-
			الكبريتات الهيدروجينية HSO_4^-
			ميتافوسفيت PO_3^-

تكافؤ (Ionic Valences) الايونات السالبة [مصادر متعددة]

ملحق (10)

احادية التكافؤ (+1)	ثنائية التكافؤ (+2)	ثلاثية التكافؤ (+3)	رباعية التكافؤ (+4)
الهيدروجين H^+	النحاس (النحاسيك) Cu^{+2}	الكوبلت (الكوبلتيك) Co^{+3}	القصدير (القصديريك) Sn^{+4}
الامونيوم NH_4^+	الزئبق (الزئبقيك) Hg^{+2}	النكل (النكليك) Ni^{+3}	
الليثيوم Li^+	الكروم (الكروموز) Cr^{+2}	المنغنيز (المنغنيزيك) Mn^{+3}	
البوتاسيوم K^+	الباريوم Ba^{+2}	الحديد (الحديديك) Fe^{+3}	
الفضة Ag^+	الكاديوم Cd^{+2}	الالنيوم Al^{+3}	
الصوديوم Na^+	الكالسيوم Ca^{+2}	البيزموث Bi^{+3}	
النحاس (النحاسوز) Cu^+	الرصاص Pb^{+2}	الكروم (الكروميك) Cr^{+3}	
الزئبق (الزئبقوز) Hg^+	المغنيسيوم Mg^{+2}	السكانديوم Sc^{+3}	
	السترونشيوم Sr^{+2}		
	القصدير (القصديروز) Sn^{+2}		
	الزنك Zn^{+2}		
	الكوبلت (الكوبلتوز) Co^{+2}		
	النكل (النكلتوز) Ni^{+2}		
	المنغنيز (المنغنيزوز) Mn^{+2}		
	الحديد (الحديديوز) Fe^{+2}		

تكافؤ (Ionic Valences) الأيونات الموجبة [مصادر متعددة]

ملحق (11)

pH	المولارية	المادة
2.8	مشبع	حمض البنزويك Benzoic acid
5.3	1.0	حمض البوريك Boric acid
2.1	1.0	حمض الستريك Citric acid
2.6	10.0	حمض الستريك Citric acid
1.1	1.0	حمض الهيدروكلوريك Hydrochloric acid
1.3	1.0	حمض الاوكساليك Oxalic acid
2.4	-	حمض الساليسيليك Salicylic acid
2.7	1.0	حمض السكسينيك Succinic acid
2.0	1.0	حمض التارتريك Tartaric acid
11.3	1.0	محلول الامونيا المائي Ammonia aqueous
4.6	50.0	شب الامونيوم Ammonium alum
4.6	1.0	كلوريد الامونيوم Ammonium chloride
6.4	1.0	اوكرالات الامونيوم Ammonium oxalate
4.0	1.0	فوسفات الامونيوم الاولى Ammonium Phosphate (Primary)
7.9	1.0	فوسفات الامونيوم الثانوية Ammonium Phosphate (secondary)
5.5	1.0	كبريتات الامونيوم Ammonium sulphate
9.2	1.0	البوراكس Borax
12.4	-	هيدروكسيد الكالسيوم Calcium hydroxide

قيمة pH التقريبية

لبعض محاليل المواد المعروفة عند درجة حرارة الغرفة (20 م)

ملحق (12)

القاعدة		الحامض
القواعد الضعيفة	ClO_4^- Cl^- NO_3^- HSO_4^- HC_2O_4^- SO_4^{2-} HSO_3^- H_2PO_4^- F^- NO_2^- $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$ $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}^+$ HCO_3^- HS^- HPO_4^{2-} H_2BO_3^- $\text{NH}_4\text{OH}(\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O})$ CN^- $\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}^+$ CO_3^{2-} HO_2^- PO_4^{3-} S^{2-} OH^- O^{2-} NH_2^-	<p style="text-align: right;">الحامض القوي</p> <p style="text-align: right;">تفصان قوة الحامض</p> <p style="text-align: right;">الحامض الضعيفة</p>
ازدياد قوة القاعدة	HClO_4 HCl HNO_3 H_2SO_4 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ HSO_4^- H_2SO_3 H_3PO_4 HF HNO_2 HC_2O_4^- $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{+++}$ H_2CO_3 H_2S H_2PO_4^- H_3BO_3 NH_4^+ HCN $\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4^{++}$ HCO_3^- H_2O_2 HPO_4^{2-} HS^- H_2O OH^- NH_3	<p style="text-align: right;">حامض البيروكلوريك</p> <p style="text-align: right;">حامض الهيدروكلوريك</p> <p style="text-align: right;">حامض النتريك</p> <p style="text-align: right;">حامض الكبريتيك</p> <p style="text-align: right;">حامض الأوكزاليك</p> <p style="text-align: right;">اينون كيريتات الهيدروجين</p> <p style="text-align: right;">حامض الكبريتوز</p> <p style="text-align: right;">حامض الفسفوريك</p> <p style="text-align: right;">حامض الهيدروفلوريك</p> <p style="text-align: right;">حامض النتريت</p> <p style="text-align: right;">اينون او كزالات الهيدروجين</p> <p style="text-align: right;">حامض الخليك</p> <p style="text-align: right;">اينون الالمنيوم</p> <p style="text-align: right;">حامض الكربونيك</p> <p style="text-align: right;">كبريتيد الهيدروجين</p> <p style="text-align: right;">اينون فوسفات الهيدروجين الثاني</p> <p style="text-align: right;">حامض البوريك</p> <p style="text-align: right;">اينون الامونيوم</p> <p style="text-align: right;">حامض الهائيروسيانوجين</p> <p style="text-align: right;">اينون الزنك</p> <p style="text-align: right;">اينون كاربونات الهيدروجين</p> <p style="text-align: right;">بيروكسيد الهيدروجين</p> <p style="text-align: right;">اينون فوسفات الهيدروجين الاحادي</p> <p style="text-align: right;">اينون كبريتيد الهيدروجين</p> <p style="text-align: right;">الماء</p> <p style="text-align: right;">اينون الهيدروكسيل</p> <p style="text-align: right;">الامونيا</p>
القواعد القوية		

تدرج الحوامض والقواعد حسب درجة قوتها [مصادر متعددة]

ملحق (13)

المذيب (Solvent)	تغير اللون الى	مدى درجة التفاعل لتغير اللون (PH)	الصيغة (Indicator)
الماء	اصفر ، ازرق ، بنفسي	0.2 - 3	Methyl violet
الماء + هيدروكسيد الصوديوم	الاحمر الى الاصفر	1.2 - 2.8	Thymol blue
الماء	الاحمر الى الاصفر	1.3 - 3	Orange IV
20 % الكحول	البنفسي الى الاحمر	1.2 - 4	Benzopurpurin 4B
الماء	الاحمر الى البرتقالي الى الاصفر	3.1 - 4.4	Methyl orange
الماء + هيدروكسيد الصوديوم	الاصفر الى البنفسي المزرق	3 - 4.6	Bromphenol blue
70 % الكحول	الازرق الى الاحمر	3 - 5	Congo red
الماء + هيدروكسيد الصوديوم	الاصفر الى الازرق	3.8 - 5.4	Bromcresol green
الماء + هيدروكسيد الصوديوم	الاحمر الى الاصفر	4.4 - 6.2	Methyl red
الماء + هيدروكسيد الصوديوم	الاصفر الى الاحمر	4.8 - 6.8	Chlorphenol red
الماء + هيدروكسيد الصوديوم	الاصفر الى الارجواني	5.2 - 6.8	Bromcresol purple
الماء	الاحمر الى الازرق	4.5 - 8.3	Litmus
الماء + هيدروكسيد الصوديوم	الاصفر الى الازرق	6 - 7.6	Bromthymol blue
الماء + هيدروكسيد الصوديوم	الاصفر الى الاحمر	6.8 - 8.2	Phenol red
الماء + هيدروكسيد الصوديوم	الاصفر الى الازرق	8 - 9.6	Thymol blue
70 % الكحول	عديم اللون الى الاحمر	8.3 - 10	Phenolphthalein
70 % الكحول	الاصفر الى الازرق	9.3 - 10.5	Thymolphthalein
20 % الكحول	الاصفر الى الاحمر	10 - 12	Alizarin yellow R
50 % الكحول	الازرق الى الاصفر	11.4 - 13	Indigo carmine
70 % الكحول	عديم اللون الى البرتقالي	12 - 14	Trinitrobenzene

تغير اللون ومدى درجة الرقم الهيدروجيني لعدد من الصبغات المهمة [مصادر متعددة]

ملحق (14)

ترتيب وكالة حماية البيئة الامريكية لخطر الملوثات الكيميائية

EPA's priority pollutant List

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 1. *acenaphthene | 20. 2-chloronaphthalene |
| 2. *acrolein | *chlorinated phenols (other |
| 3. *acrylonitrile | than those listed elsewhere; |
| 4. *benzene | includes trichlorophenols |
| 5. * benzidine | and chlorinated cresols) |
| 6. *carbon tetrachloride | 21. 2,4,6-trichlorophenol |
| (tetrachloromethane) | 22. parachlorometa cresol |
| *chlorinated benzenes | 23. *chloroform |
| (other than dichlorobenzenes) | (trichloromethane) |
| 7. chlorobenzene | 24. *2-chlorophenol |
| 8. 1,2,4-trichlorobenzene | *dichlorobenzenes |
| 9. hexachlorobenzene | 25. 1,2-dichlorobenzene |
| *chlorinated ethanes (including | 26. 1,3-dichlorobenzene |
| 1,2-dichloroethane, | 27. 1,4-dichlorobenzene |
| 1,1,1-trichloroethane and | *dichlorobenzidine |
| hexachloroethane | 28. 3,3-dichlorobenzidine |
| 10. 1,2 - dichloroethane | *dichloroethylenes |
| 11. 1,1,1-trichloroethane | (1,1-dichloroethylene and |
| 12. hexachloroethane | 1,2-dichloroethylene) |
| 13. 1,1-dichloroethane | 29. 1,1-dichloroethylene |
| 14. 1,1,2-trichloroethane | 30. 1,2-trans-dichloroethylene |
| 15. 1,1,2,2-tetrachloroethane | 31. *2,4-dichlorophenol |
| 16. chloroethane | *dichloropropane and |
| *chloroalkyl ethers | dichloropropylene |
| (chloromethyl. chloroethyl | 32. 1,2-dichloropropane |
| and mixed ethers) | 33. 1,2-dichloropropylene |
| 17. bis (chloromethyl) ether | (1,3-dichloropropene) |
| 18. bis (2-chloroethyl) ether | 34. *2,4- dimethyl phenol |
| 19. 2-chloroethyl vinyl ether | *2,4- dinitrotoluene |
| (mixed) | 35. 2,4-dinitrotoluene |
| *chlorinated naphthalene | 36. 2,6-dinitrotoluene |
| | 37. *1,2-diphenylhydrazine |
| | 38. *ethylbenzene |

* Specific compounds and chemical classes listed in the NRDC consent decree and referenced in the Clean Water Act.

تابع ملحق (14)

- | | |
|--|---|
| 39. *fluoranthene | 61. N-nitrosodimethylamine |
| *haloethere (other than those listed elsewhere) | 62. N-nitrosodiphenylamine |
| 40. 4-chlorophenyl phenyl ether | 63. N-nitrosodi-n-propylamine |
| 41. 4-bromophenyl phenyl ether | 64. *pentachlorophenol |
| 42. bis (2-chloroisopropyl) ether | 65. *phenol phthalate esters |
| 43. bis (2-chloroethoxy) methane | 66. bis (2-ethylhexyl) phthalate |
| *halomethanes (other than those listed elsewhere) | 67. butyl benzyl phthalate |
| 44. methylene chloride | 68. di-n-butyl phthalate |
| (dichloromethane) | 69. di-n-octyl phthalate |
| 45. methyl chloride | 70. diethyl phthalate |
| (chloromethane) | 71. dimethyl phthalate |
| 46. methyl bromide | *polynuclear aromatic hydrocarbons |
| (bromomethane) | 72. benzo (a) anthracene |
| 47. bromoform | (1,2-benzanthracene) |
| (tribromomethane) | 73. benzo (a) pyrene |
| 48. dichlorobromomethane | (3,4-benzopyrene) |
| 49. trichlorofluouomethane | 74. 3,4-benzofluoranthene |
| 50. dichlorodifluouomethane | 75. benzo (k) fluoranthene |
| 51. chlorodibromomethane | (11,12-benzofluoranthene) |
| 52. *hexachlorobutadiene | 76. chrysene |
| 53. *hexachlorocyclopentadiene | 77. acenaphthylene |
| 54. *isophorone | 78. anthracene |
| 55. *naphthalene | 79. benzo (g,h,i) perylene |
| 56. *nitrobenzene | (1,12-benzoperylene) |
| *nitrophenols (including 2,4-dinitrophenol and dinitrocresol) | 80. fluorene |
| 57. 2-nitrophenol | 81. phenanthrene |
| 58. 4-nitrophenol | 82. dibenzo (a,h) anthracene |
| 59. 2,4-dinitrophenol | (1,2,5,6-dibenzanthracene) |
| 60. 4,6-dinitro-o-cresol | 83. indeno (1,2,3-cd) pyrene |
| *nitrosamines | (2,3-opinenyleneperylene) |
| | 84. pyrene |
| | 85. * tetrachloroethylene |

تابع ملحق (14)

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 86. *toluene | 105. g-BHC - Delta |
| 87. *trichloroethylene | * polychlorinated biphenyls |
| 88. *vinyl chloride | (PCB's) |
| (chloroethylene) | 106. PCB -1242 (Arochlor 1242) |
| pesticides and metabolites | 107. PCB -1254 (Arochlor 1254) |
| 89. *aldrin | 108. PCB -1221 (Arochlor 1221) |
| 90. *dieldrin | 109. PCB -1232 (Arochlor 1232) |
| 91. *chlordane technical | 110. PCB -1248 (Arochlor 1248) |
| mixture & metabolites | 111. PCB -1260 (Arochlor 1260) |
| *DDT & metabolites | 112. PCB -1016 (Arochlor 1016) |
| 92. 4,4'-DDT | 113. *toxaphene |
| 93. 4,4'-DDE (p,p'-DDX) | 114. *antimony (total) |
| 94. 4,4'-DDD (p,p'-TDE) | 115. *arsenic (total) |
| *endosulfan and metabolites | 116. *asbestos (fibrous) |
| 95. a-endosulfan-Alpha | 117. *beryllium (total) |
| 96. b-endosulfan-Beta | 118. *cadmium (total) |
| 97. endosulfan sulfate | 119. *chromium (total) |
| *endrin and metabolites | 120. *copper (total) |
| 98. endrin | 121. *cyanide (total) |
| 99. endrin aldehyde | 122. *lead (total) |
| *heptachlor and metabolites | 123. *mercury (total) |
| 100. heptachlor | 124. *nickel (total) |
| 101. heptachlor epoxide | 125. *selenium (total) |
| * hexachlorocyclohexane | 126. *silver (total) |
| (all isomers) | 127. *thallium (total) |
| 102. a-BHC - Alpha | 128. *zinc (total) |
| 103. b-BHC - Beta | 129. **2,3,7,8-tetrachlorodibenzo |
| 104. r-BHC (lindane) - Gamma | p - dioxin (TCDD) |

** This compound was specifically listed in the consent decree; however , due to its extreme toxicity EPA recommends that laboratories not acquire an analytical standard for this compound .

ملحق (15)

أهم الاتفاقيات الدولية المعقودة خلال الفترة (1921 - 1997)

- 1 . الاتفاقية المتعلقة باستخدام (الرصاص الابيض) في الطلاء ، جنيف ، 1931 .
- 2 . الاتفاقية المتعلقة بالحفاظ على الحيوانات والنباتات على حالتها الطبيعية ، لندن 1923 .
- 3 . اتفاقية حماية الطبيعة والحفاظ على الاحياء البرية في نصف الكرة الغربي ، واشنطن ، 1940 .
- 4 . الاتفاقية الدولية لحماية الطيور ، باريس ، 1950 .
- 5 . الاتفاقية الدولية لمنع تلوث البحار بالنفط ، لندن ، 1954 (بصيغتها المعدلة في 11 نيسان 1962 وفي تشرين الاول 1969 .
- 6 . التعديلات للاتفاقية الدولية لمنع تلوث البحار بالنفط 1954 ، والمتعلقة بحماية الرصيف المرجاني الكبير ، لندن ، 1971 .
- 7 . اتفاقية حماية النباتات لمنطقة جنوب شرقي آسيا والمحيط الهادي (بصيغته المعدلة) ، روما ، 1956 .
- 8 . الاتفاقية الخاصة بأعالي البحار ، جنيف ، 1958 .
- 9 . الاتفاقية بشأن التعاون في مجال الحجر الزراعي للنباتات وحمايتها من الآفات والأمراض ، صوفيا ، 1959 .
- 10 . الاتفاقية الخاصة بالجراد الافريقي المهاجر ، كانون الاول 1962 .
- 11 . اتفاقية فيينا الخاصة بالمسؤولية المدنية عن الضرر الناجم عن الطاقة النووية ، فيينا ، 1963 .
- 12 . معاهدة حظر تجارب الاسلحة النووية في الجو وفي الفضاء الخارجي وتحت سطح الماء ، موسكو ، 1963 .
- 13 . الاتفاقية الأوروبية لحماية الحيوانات اثناء النقل الدولي ، باريس ، 1968 .
- 14 . الاتفاقية الأوروبية لحماية التراث الاثري ، لندن ، 1969 .
- 15 . الاتفاقية الأوروبية الخاصة بالمسؤولية المدنية عن الضرر الناجم عن التلوث بالنفط (بصيغتها المعدلة) ، بروكسل ، 1969 .

تابع ملحق (15)

- 16 . البروتوكول الخاص بالتدخل في اعالي البحار في حالات التلوث البحري بمواد اخرى غير النفط (بصيغته المعدلة) ، لندن ، 1973 .
- 17 . معاهدة وضع الاسلحة النووية وغيرها من اسلحة الدمار الشامل على قاع البحار والمحيطات وفي باطن ارضها ، لندن ، موسكو ، واشنطن ، 1972 .
- 18 . الاتفاقية الخاصة بالمسؤولية المدنية في ميدان النقل البحري للمواد النووية ، بروكسل ، 1971 .
- 19 . الاتفاقية الدولية المتعلقة بانشاء صندوق دولي للتعويض عن الضرر الناجم عن التلوث بالنفط (بصيغتها المعدلة) ، بروكسل ، 1971 .
- 20 . اتفاقية منع التلوث البحري الناجم عن القاء الفضلات من السفن والطائرات (بصيغتها المعدلة) ، اوسلو ، 1972 .
- 21 . الاتفاقية المتعلقة بالوضع القانوني لنهر السنغال ، واتفاقية انشاء منظمة تنمية نهر السنغال (بصيغتها المعدلة) ، نواكشوط ، 1972 .
- 22 . الاتفاقية المتعلقة بحماية التراث الثقافي والطبيعي للعالم ، باريس ، 1972 .
- 23 . اتفاقية منع التلوث البحري الناجم عن القاء النفايات ومواد اخرى (بصيغتها المعدلة) ، لندن ، مدينة مكسيكو ، واشنطن ، 1972 .
- 24 . اتفاقية انشاء لجنة دائمة مشتركة بين الدول لمقاومة الجفاف في منطقة السهل السوداني ، واغاودغو ، 1973 .
- 25 . الاتفاقية الدولية لمنع التلوث الذي تتسبب فيه السفن ، لندن ، 1973 .
- 26 . اتفاقية منع التلوث البحري من مصادر برية ، باريس ، 1974 .
- 27 . الاتفاق المتعلق بحماية مياه شواطئ البحر الابيض المتوسط ، موناكو ، 1976 .
- 28 . الاتفاقية الخاصة بالمسؤولية المدنية عن الضرر الناجم عن التلوث النفطي الناتج عن استكشاف الموارد المعدنية لقاع البحار ، لندن ، 1977 .
- 29 . اتفاقية متعلقة بالحماية الطبيعية للموارد النووية ، فيينا ، 1989 .
- 30 . اتفاقية تلوث الهواء بعيد المدى عبر الحدود ، جنيف ، 1989 .
- 31 . بروتوكول لاتفاقية 1979 الخاصة بتلوث الهواء البعيد المدى عبر الحدود ، متعلق بالتمويل الطويل الاجل للبرنامج التعاوني لرصد وتقييم النقل البعيد المدى للملوثات الهواء في اوربا ، جنيف ، 1984 .

تابع ملحق (15)

- 32 . اتفاقية التعاون في حماية وتنمية البيئة البحرية والساحلية لمنطقة غربي ووسط افريقيا ، ابيدجان ، 1981 .
- 33 . البروتوكول المتعلق بالتعاون في مكافحة التلوث في حالات الطوارئ ، ابيدجان ، 1981 .
- 34 . بروتوكول حماية منطقة جنوب شرق المحيط الهادي من التلوث الاشعاعي ، بابيا ، 1989 .
- 35 . اتفاقية بشأن السلامة والصحة المهنتين ، وبيئة العمل ، جنيف ، 1981 .
- 36 . اتفاقية الامم المتحدة لقانون البحار ، خليج مونتيفغو ، 1982 .
- 37 . البروتوكول المتعلق بالتعاون في مكافحة حالات انسكاب النفط في منطقة الكاريبي الكبرى ، قرطاجنة ، 1983 .
- 38 . اتفاقية فيينا لحماية طبقة الاوزون ، فيينا ، 1985 .
- 39 . تعديل بروتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفذة لطبقة الاوزون ، لندن ، 1990 .
- 40 . اتفاق رابطة ام جنوب شرقي آسيا بشأن صون الطبيعة والموارد الطبيعية كوالالمبور ، 1985 .
- 41 . اتفاقية بشأن تقديم المساعدة في حالة وقوع حادث نووي او طارئ اشعاعي ، فيينا ، 1986 .
- 42 . اتفاقية شروط تسجيل السفن ، جنيف ، 1986 .
- 43 . الاتفاق الخاص بخطة العمل من اجل الادارة السليمة بيئياً لشبكة نهر الزامبيزي المشتركة ، هراري ، 1987 .
- 44 . البروتوكول المشترك ذو الصلة بتطبيق اتفاقية فيينا واتفاقية باريس ، فيينا ، 1988 .
- 45 . اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود .
- 46 . الاتفاقية الدولية للانتشال ، لندن ، 1989 .
- 47 . البروتوكول المتعلق بالمناطق والاحياء البرية التي تتمتع بحماية خاصة تابع للاتفاقية المعنية بحماية وتنمية البيئة البحرية لمنطقة الكاريبي الكبرى كنغستوني ، 1990 .

تابع ملحق (15)

- 48 . اتفاقية لحماية وإدارة وتنمية البيئة البحرية والساحلية لمنطقة شرقي افريقيا ،
نيروبي ، 1985 .
- 49 . بروتوكول متعلق بالتعاون في مكافحة التلوث البحري في حالات الطوارئ
في منطقة شرقي افريقيا ، نيروبي ، 1985 .
- 50 . اتفاقية لحماية الموارد الطبيعية البيئية في منطقة جنوب المحيط الهادي ، نومييا ،
1986 .
- 51 . الاتفاق المتعلق بشبكة مراكز تربية الاحياء المائية في آسيا والمحيط الهادي ،
بانكوك ، 1988 .
- 52 . اتفاق دولي خاص باشجار الخشب الاستوائية ، جنيف ، 1983 .
- 53 . اتفاقية بشأن التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي ، فيينا ، 1986 .
- 54 . اتفاق التعاون الاقليمي لمكافحة التلوث بالنفط وبمواد ضارة اخرى في حالات
الطوارئ في منطقة جنوب شرقي المحيط الهادي ، ليما ، 1981 .
- 55 . بروتوكول حماية البحر الابيض المتوسط من التلوث من المصادر البرية ، اثينا ،
1980 .
- 56 . اتفاقية حظر صيد الاسماك بشباك الجر الكبيرة في المحيط الهادي ، ولنجتون ،
1989 .
- 57 . المؤتمر الدولي الخاص بمنع ناقلات النفط الكبيرة من تفريغ النفايات وحماية
البيئة البحرية ، مسقط - عمان ، 1995 .
- 58 . مؤتمر هايتات تحت عنوان « السكن للجميع » اسطنبول ، تركيا ، 1996 .
- 59 . مؤتمر المياه الدولي ، المغرب ، 1997 .
- 60 . مؤتمر الارض للتنمية والبيئة ، نيويورك 23 حزيران 1997 .

ملحق (16)

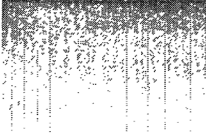
وجدير بالاشارة هنا الى مؤتمر هابنات الذي عقد في اسطنبول في تركيا بتاريخ 3/ 6/ 1996 تحت عنوان (السكن للجميع) حيث شارك فيه 186 دولة من دول العالم من بينها الاردن ، ويحضور (30) ألف شخص كوفرد وهيئات حكومية وغير حكومية .

وقد هدف المؤتمر الى تحسين استراتيجية التخطيط لدى الحكومات وطرق ادائها وتنمية المدن الكبرى والقرى ، وخلق استراتيجيات تجعل من المجتمع المدني شريكاً كاملاً في تشكيل وبناء المدن ، والعمل على تحسين شروط السكن وتجسير الفجوة بين الدول المتقدمة والدول النامية فيما يتعلق بشروط السكن في المدن .

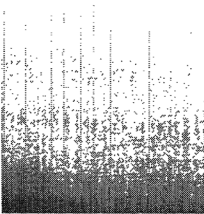
وهناك ممارسات وتجارب سكنية فاقت كل تصور جمعت بين الحفاظ على البيئة وبين التنمية وايجاد اكبر عدد ممكن من المأوى ، وكلها بجهود السلطات المحلية المتمثلة في بلديات المدن الكبرى في العالم .

كما تطرق المؤتمر الى طرح قضايا حساسة وغاية في الاهمية تعالج مشاكل الفئات الاقل حظاً والاقل نصيباً في كل ما تعرضه أجندة المؤتمر ، ففي مدينة بومباي مثلاً يعيش نصف سكانها الذي يقدر بـ (13) مليون نسمة في صفيح يقيهم الحر والبرد او على رصيف الشارع .

ومن أهم المسائل المطروحة للبحث مسألة التزايد السكاني حيث يبلغ عدد سكان العالم الآن 5.7 مليار نسمة منهم 2.4 مليار يعيشون في المدن ، وسيضاعف هذا الرقم عام 2025 م وسيكون حوالي 80 % من الزيادة في سكان المدن من نصيب الاقطار النامية ، وان 600 مليون انسان نصفهم من الاطفال يعيشون في مساكن لا تتوفر فيها الشروط الصحية ، ولا يكاد يخفى مدى تأثير حجم هذه المسائل على البيئة وما يترتب عليها من افرازات خطيرة .



معجم المصطلحات والمختصرات العلمية للكتاب



تعريف في بعض المصطلحات العلمية

التوازن البيئي :

حالة من الاستقرار الطبيعي لمكونات النظام البيئي وتفاعلاتها وعلاقاتها الوظيفية ومدخلات ومخرجاتها وينطبق ذلك سواء بسواء على النظم البيئية الفرعية والنظام البيئي الكلي .

التلوث البيئي :

تواجد أية مواد تفسد نظام الطبيعة وما تحتويه من كائنات حية وغللاف جوي، إضافة الى افسادها للخواص الطبيعية والكيميائية للأشياء مما يؤدي الى الاخلال بالتوازن البيئي ، او احداث خلل في نظام التوازن البيئي من خلال سلوكيات خاطئة مارسها الانسان تجاه بيئته أدت الى تغيير في الصفات الكيميائية والطبيعية والحوية لمكونات البيئة من هواء وماء وتربة وغذاء .

الهواء الملوث :

الحالة التي يكون فيها الجو خارج أماكن العمل محتويًا على مواد بتركيزات تعتبر ضارة بصحة الانسان او بمكونات البيئة ضمن طبقة التروبوسفير من الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية والتي تمتد الى مسافة (15 - 8) كيلو متر .

الماء الملوث :

أي تغيير يطرأ على العناصر الداخلة في تركيب الماء بطريقة مباشرة او غير مباشرة نتيجة نشاط الانسان ، الأمر الذي يجعل الماء أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية او للاستهلاك المنزلي والصناعة والزراعة .

السمية :

تلك المواد التي تشل حركة الكائنات الحية ونموها وتؤدي الى موتها ، وذلك من خلال تأثيرها المباشر والفعال او عرقلة الفعاليات الأيضية فيها ، وتتفاوت المواد السمية في تأثيراتها مع بعضها وتركيباتها الكيميائية وتركيزاتها المؤثرة .

التلوث الحراري للماء :

ارتفاع درجة حرارة الماء لأي سبب ، مما يؤثر في التوازن البيئي لذلك المسطح المائي من خلال تأثيره على العمليات الأيضية للأحياء المائية التي قد تحد من نشاطها او تؤدي الى قتلها .

درجة تفاعل التربة :

تعبير يقصد به ايضاح حالة تركيز أيون الهيدروجين في التربة ويعبر عنه

$$\text{Soil pH} = -\log [H^+]$$

التلوث الغذائي :

أي تغيير يطرأ على الغذاء ويكون ضاراً بالصحة ، ويكون سبب هذا التغيير فساد الطعام كيميائياً أو بكتيرياً .

التلوث الاشعاعي :

انبعاث اشعاعات خطيرة نتيجة حوادث تحصل في المفاعلات النووية او النفايات المشعة او اي مصدر يستعمل فيه الاشعاع بجرعات ضارة تعمل على تدمير خلايا الكائن الحي بشكل مباشر عند التعرض للاشعاع مباشرة او بشكل غير مباشر من خلال تركيزها في الهواء او الماء او التربة او الغذاء .

الكوري :

كمية الاشعاعات القادرة على إحداث 3.7×10^{10} تحلل / ثانية .

الراد :

عبارة عن كمية الاشعة التي يمتصها كيلو غرام من المادة المعرضة للاشعاع او كمية الطاقة الاشعاعية الممتصة التي تعادل 100 إرغ / غم (من وحدات قياس الاشعاع) .

الريم (Rem) :

كمية الطاقة الاشعاعية التي تحدث تأثيراً بيولوجياً يعادل تأثير راد واحد .

الاشعاعات المؤينة :

تلك الاشعاعات التي تسبب تلفاً سرطانياً وتلفاً وراثياً في انسجة الانسان و تركيبة الخلايا بفعل طاقاتها المنبعثة في هذه الانسجة .

التأين :

فصل الكترون من مدار الذرة الخارجي او (الجزيء) وتصبح الذرة او (الجزيء) موجبة او سالبة الشحنة .

التلوث الضوضائي :

حالة تداخل مزيج من الاصوات المزعجة التي تؤثر على صحة الانسان حيث اصبحت هذه الاصوات مصدر قلق تترك راحة الانسان وتؤثر على الجهاز السمعي والجهاز العصبي اذا تجاوزت الحدود المسموح بها .

فترة نصف العمر :

الفترة الزمنية التي تلزم حتى تتحول نصف المادة المشعة الى مادة اخرى .

الديسيل :

وحدة قياس ارتفاع الصوت او شدة الصوت « مستوى الضغط السمعي » .

العدد الكتلي :

مجموع عدد البروتونات والنيوترونات للعنصر . مثال (العدد الكتلي للعنصر ²²⁶Ra يساوي 226 وعدد البروتونات 138 وعدد النيوترونات 88) .
138

العتبة Threshold :

مستوى الجرعة او التركيز بين الحد الأدنى والحد الأعلى المسموح به لاحدى المواد الكيميائية او محاليلها التي تتعلق بالطعم والرائحة التي حددتها الجهات المختصة كمنظمة الصحة العالمية ، وان تجاوز هذا المستوى يؤدي الى مخاطر كبيرة على صحة الانسان ، فمثلاً ان عتبة الطعم لمحلول كبريتيد الهيدروجين في الماء تتراوح ما بين (0.1 - 0.05) ملغم / لتر .

رائحة الماء :

الاحساس الذي ينتج عن وجود مواد لها ضغط بخار ينه أعضاء الانسان الحسية في تجاويف الأنف والجيوب ، وعادة ما تستجيب حاسة الشم لتركيزات قليلة تتراوح ما بين (3 - 9) ملغم / لتر او اكثر .

طعم الماء :

الاحساس الناتج عن التفاعل بين اللعاب والمواد الذائبة في الماء ، وتستجيب حاسة الطعم لتركيز يتراوح ما بين (3 - 9) ملغم / لتر .

لون الماء :

التفاوت في اللون الذي يديه الماء نفسه والتاجم عن المواد الغروية الذائبة فيه .

قائمة المصطلحات والمختصرات العلمية

{ A }

Abnormal	غير طبيعي
Absorbed Dose	الجرعة الممتصة
Absorption	الامتصاص
Accumulation	تراكم ، تجمع
Acetic Acid	حامض الخليك
Acid-Base Balance	التوازن الحامضي والقاعدي
Acidic	حامضي
Acidity	قياس الحموضة
Acidmine Drainage	مياه الصرف الصحي
Acid Rain Phenomenon	ظاهرة المطر الحامضي
Active Charcoal	فحم نباتي نشط
Actual Acidity	الحموضة الحقيقية
Acute Effet	تأثير حاد
Adhesion	تلاصق ، التحام
Adrenalin	الادرينالين (هورمون)
Adsorption	إدمصاص ، إمتزاز
Aerobic Bacteria	البكتيريا الهوائية
Aerosols	الايروسولات
Agricultural Residues	مخلفات زراعية
Air Pollution	تلوث الهواء
Aldehydes	الالدهيدات
Algae killing	قتل الطحالب
Alkaline Solution	محلول قاعدي

تابع { A }

Alkalinity	قياس القاعدية
Alkanes	الالكانات
Alkenes	الالكينات
Alpha Ray	أشعة ألفا
Alum	حجر الشب
Amino Acids	الاحماض الأمينية
Anaerobic Bacteria	البكتيريا اللاهوائية
Anemia	فقر الدم
Anions	الايونات السالبة
Anorexia	فقدان شهية الطعام
Anthro Pogenic Pollutants	فعاليات الانسان
Antibodies	أجسام مضادة
Arabinose	سكر خماسي
Arsenic	الزرنيخ
Asbestos	الاسبست
Ash	الرماد
Asthma	الربو
Ataxia	عدم القدرة على تنسيق العضلات الارادية
Atherosclerosis	تصلب الشرايين
Atomic Absorption	الامتصاص الذري
Auto Analyze	التحليل الذاتي
Aquatic	مائية
Autolysis	تحلل ذاتي

{ B }

Bacteria disinfection	التطهير البكتيري
Bacteriocides	مبيدات البكتيريا
Bacteriological Methods	الطرق البكتيرية
Balance	إتزان
Basic	أساس
Bequerel	بيكريل « وحدة النشاط الاشعاعي »
Beryllium	البريليوم
Beta Ray	أشعة بيتا
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	الاكسجين المستهلك حيويًا
Biocide	قاتلة الحياة
Biogas	الغاز الحيوي
Biological Methods	الطرق الحيوية
Blood Clotting	تخثر أو تجلط الدم
Blood Stream	الدورة الدموية
Bone Cancer	سرطان العظام
Brackes	فرامل
Brittle bones	عظام قابلة للكسر
Buffur	محلول منظم

{ C }

Cadmium	الكادميوم
Cancer	سرطان
Canning	التعليب
Carbohydrates	الكربوهيدرات
Carbonation	التحويل إلى الكربون
Cardiac Function	عمل القلب
Cardiac Muscle	عضلة القلب

تابع { C }

Carrots	الجزر
Catabolism	الهضم
catalysts	عوامل مساعده
Cations	الايونات الموجبة
Caustic	كاو ، حارق
Caustic Potash	بوتاسا كاوية
Chemical Bond	رابطة كيميائية
Chemical Equilibrium	الاتزان الكيميائي
Chemical Enviromnent	بيئة كيميائية
Chemical Formula (s)	صيغ كيميائية
Chemical Oxygen Demand (COD)	الاحتياج الكيميائي للاكسجين
Chlorination	الكلورة
Chlorine	الكلور
Chloro Fluoro Carbon	مركبات الكلوروفلورو كربون
Clay	طين
Coagulation	التخثير
Colloidal	غروي
Colourimeter	مقياس الشدة اللونية
Colourless Sulfur Bacteria	البكتيريا الكبريتية عديمة اللون
Colourless	عديم اللون
Coma	الغيبوبة
Copy Machines	آلات النسخ
Coronary Heart Disease	مرض القلب التاجي
Corrosion	التآكل
Criteria	معايير ، مقاييس
Curie	كوري (وحدة قياس الاشعاع)
Cytochrome Oxidase Enzyme	أنزيم سايتوكروم الاكسداز

{ D }

Decible	وحدة قياس شدة الصوت (ديسيبل)
Decomposition	تحليل
Deionized Water	ماء خالي من الايونات
Dental Flourisil	تفلور الأسنان
Deodorization	أزالة الرائحة
Dermatitis	التهاب الجلد
Desalination	إزالة الملوحة
Detergents	منظفات
Detoxification	عملية التخلص من السموم في الجسم
Diabetes mellitus	مرض السكري
Diarrhoea	إسهال
Dichloro Diphenyl Trichloro Ethane (D.D.T)	د.د.ت
Diet	غذاء
Digestion	الهضم
Digestive System	الجهاز الهضمي
Distillation	تقطير
Dissolved Oxygen	الأكسجين المذاب
	الحامض النووي الرايبوزي المتزوع الأكسجين
Deoxyribonucleic Acid (DNA)	
Dust	الغبار
Dusting	التعفير
Dryers Instruments	أجهزة التجفيف

{ E }

Eczema	أكزيما
Electrodialysis	التحليل الغشائي
Electron acceptor	قابل الإلكترون
Electron donor	مانح الإلكترون
Electron Volt	الكثرون فولت
Electroplating	الطلاء الكهربائي
Emphyseme	انتفاخ الرئة
Environment	البيئة
Environmental Equilibrium	التوازن البيئي
Enzymes	الانزيمات
(EPA)	وكالة حماية البيئة الامريكية
Equivalent Dose	الجرعة المكافئة
Eutrophication	الاثراء الغذائي
Evaporation	التبخّر
Excretion	إطراح الفضلات من الجسم

{ F }

Fatal Mathaemoglobin Anaemia	مرض الازرقاق
Fat Rancidity	تزنخ الدهن
Fatty Acids	الاحماض الدهنية
Fermentation	التخمّر
Filtration	الترشيح
Fluorescence	الفلورة
Fog	الضباب
Food Spoliage	فساد الاطعمة
Forced choïse Method	طريقة الاختيار القسري

{ F }

Fragile	هش
Fumes	الابخرة
Fumigation	التبخير
Fungi	فطريات

{ G }

Galactose	سكر الجلاكتوز
Gamma Ray	أشعة جاما
Genetic Effects	تأثيرات وراثية
Glucose	سكر الجلوكوز
Glycerol	جليسرول
Green House Effect	ظاهرة البيت الزجاجي
Gromatography Methods	طرق الكروماتوغرافيا
Growth Cessation	وقف النمو
Growth Hormone	هرمون النمو
Growth retardation	إعاقة النمو

{ H }

Half life	فترة نصف العمر
Hardness	صلادة ، عسر
Headache	الصداع
Heavy Trucks	السيارات الثقيلة
Heme	بروتين يحتوي على الحديد ، ويشكل جزءاً من الهيموجلبين
Hemoglobin	هيموجلبين
Hemorrhage	نزيف
Hepatitis	الالتهاب الكبدي

{ H }

Heptoses	سكريات تحتوي على 7 ذرات كربون
Hexoses	سكريات تحتوي 6 ذرات كربون
Hormones	الهورمونات
Hpxia	نقص وصول الاكسجين للانسجة
Hydrocarbons	الهيدروكربونات
Hydrochloric Acid	حامض الكلوريدريك
Hydrogen Bond	الرابطة الهيدروجينية
Hydrogen Cyanide	سيانيد الهيدروجين
Hydrated lime	الجير المطفأ
Hydrolysis	التحلل المائي
Hyperchromic	عالي الهيموجلبين
Hypertension	ارتفاع ضغط الدم

{ I }

Infertility	العقم
Inhibition	تثبيط ، منع
Induced Oxygen	الاكسجين المستحث
Infra red Ray	الاشعة تحت الحمراء
Insecticide	مبيد الحشرات
Iodine	اليود
Ion Exchange	التبادل الأيوني
Ionizing Radiations	إشعاعات مؤينة
Iron	الحديد
Isotope Element	العنصر النظير

{ J }

Joint Pain	ألم المفاصل
Joule	جول (4.186 كالوري)

{ K }

Ketones	الكيتونات
Kidney	الكلية
Kilo Calorie	كيلو سعر

{ L }

Lead	الرصاص
Lethal Dose	الجرعة القاتلة
Leukemia	ايضاض الدم ، سرطان كريات الدم البيضاء
Limnic	عذبة
Lipids	الدهون
Liquid	سائل
Liter (L)	التر
London Smog	الضباب الاسود
Lung Cancer	سرطان الرئة

{ M }

Maltose	سكر المالتوز
Mannose	سكر المانوز
Mega Dose	جرعة كبيرة
Melting point	نقطة الانصهار
Mental retardation	تخلف عقلي
Mercury	الزئبق
Metabolism Processes	عمليات التمثيل الغذائي
Metabolites	مستقلبات

{ M }

Methamyloglobin	الميثاميلجلوبين
Microbiology	علم الاحياء الدقيقة
Mineral Elements	العناصر المعدنية
Mineral Toxicity	التسمم بالمعادن
Mist	رذاذ
Mitochondria	الميتوكوندريا
Mixture	خليط
Moderately Toxic	متوسط السمية
Moisture	الرطوبة
Mufflers	كاتم الصوت
Mustard Gas	غاز الخردل

{ N }

Natural Radiation	الاشعاع الطبيعي
Necrosis	نخر
Nickel	النيكل
Noise	ضوضاء
Non - Dispersive Infrared	الأشعة تحت الحمراء المبعثرة
Nucleus	النواة
Nutrients	عناصر غذائية
Nutrition	التغذية

{ O }

Odourless	عديم الرائحة
Organic Acids	أحماض عضوية
Organic Solvent	مذيب عضوي
Osmotic Pressure	الضغط الاسموزي
Oxidation	أكسدة
	تفاعلات التأكسد والاختزال
Oxidation - Reduction Reactions	

{ P }

Palmetic Acid	حامض البالميتيك (النخيل)
Pancreas	البنكرياس
Particulates	الجسيمات
Part per billion (ppb)	جزء بالليون
Part per million (ppm)	جزء بالمليون
Pathogenic	عوامل ممرضة
Pentose	سكر خماسي
Periodic Table	الجدول الدوري
Pesticides	المبيدات الزراعية
pH	الرقم الهيدروجيني
Phenols	الفينولات
Photochemical smog	الضباب الكيميائي
Photosynthesis	تركيب ضوئي
Plankton	هائمات
Polar Molecule	مستقطب جزئي
Polar Solvent	مذيب مستقطب
Pollutants	الملوثات

{ P }

Pollution	تلوث
Poly chlorinated Bi-phenyls (PCBS)	ثنائي الفينيل متعدد الكلور
Potential Acidity	الحموضة الكامنة
Poly Vinyl chloride (PVC)	كلوريد عديد الفينيل
Potash	بوتاسا كاوية
Presses	المطابع
Pretreatment Process	طريقة المعالجة الاولية
Protiens	البروتينات
Pure	نقي
Purification	تنقية

{ Q }

Qualitative Analysis	التحليل الكيفي
Quantitative Analysis	التحليل الكمي
Quiter Fans	مراوح ساكنة

{ R }

Rad	الراد (وحدة قياس الاشعة)
Radial Energy	الطاقة الاشعاعية
Radiant Pollution	التلوث الاشعاعي
Radioactivity	النشاط الاشعاعي
Radioactive Isotopes	النظائر المشعة
Rate	معدل
Ray	أشعة
Reaction	التفاعل
Recycling	إعادة التدوير

{ R }

Renal system	الجهاز الكلوي
Residue	الجزء المتبقي
Resin	راتنج
Resistance	مقاومة
Respiration	التنفس
Respiratory System	الجهاز التنفسي
Reverse Osmosis Method	طريقة الاسموزية الرجعية
Reversible reaction	تفاعل منعكس (في اتجاهين)
Ribose	سكر الرايوز
Ribonucleic Acid (RNA)	الحامض النووي الرايوزي
Rodenticide	مبيد القوارض

{ S }

Saccharides	السكريات
Salinity	ملوحة
Salmonella	سالمونيلا
Secondary Treatment Process	طريقة المعالجة الثانوية
Sedimentation	ترسيب
Septic Tanks	خزانات صحية
Sewage Sludge	مخلفات المجاري
Size Fractionation	التجزئة الحجمية
Smoking	تدخين
Soil pH	درجة تفاعل التربة
Solubility	الذائبية ، الانحلال
Somatic Effects	تأثيرات جسمية
Soot	سناج
Source	مصدر

تابع { S }

Sprying	الرش
Staphylococcus	جراثيم المكورات
Stereos	اجهزة الستيريو
Sterilizer	معقم
Sublimation	تسامي
Supersonic Plane	طائرة نفاذة
Suface Water	مياه سطحية
Swamps	مستنقعات
Synthetic	صناعي

{ T }

Tasteless	عديم اللون
Tetra Ethyl lead (TEL)	رابع ايثيل الرصاص
Tetratogenes	تشوهات خلقية في الاجنة
Tertiary Treatment Process	طريقة المعالجة الثالثة
Tetroses	سكريات رباعية
Thermal Pollution	التلوث الحراري
Threshold	العتبة
Thyroid gland	الغدة الدرقية
Tires	إطارات
Tongue Cancer	سرطان اللسان
Total Dissolved Soild (TDS)	الكمية الكلية المذابة من المواد الصلبة
Toxicity	تسمم
Total Organic Carbon Analysis (TOC)	تحليل الكربون العضوي الكلي
Trace Elements	عناصر نزرة (صغرى)
Transpiration	التنح

{ T }

Transmission	انظمة النقل
Triglyceride	دهن ثلاثي
Trioses	سكريات ثلاثية
Turbidity	عكارة
Typhoid Fever	حمى التيفوئيد

{ U }

Ultra Violet Irradiation	التعرض للأشعاع فوق البنفسجي
UNEP	برنامج الامم المتحدة للبيئة
Unstable	غاز غير مستقر
Urea	يوريا

{ V }

Viral Encephalitis	التهاب الدماغ الفيروسي
Visible	مرئي
Vitamines	الفيتامينات
Volatile Oils	الزيوت الطيارة
Vomitting	التقيؤ

{ W }

W.B.C. (White Blood Cells)	كريات الدم البيضاء
Water Absorption	امتصاص الماء
Water Hardness	عسر الماء
Water Losses	فقد الماء
Water Pollution	تلوث الماء
Water Treatment	معالجة المياه
Water Turbidity	عكر الماء

{ X }

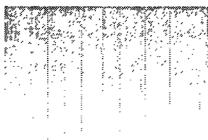
Xerophthalmia	مرض جفاف العين
Xerosis	الجفاف (في العين)
X - Ray Fluoresence	التفلور باشعة إكس
Xylene	الزايلين
Xylose	سكر الزايلوز

{ Y }

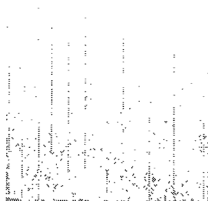
Yeasts	الخمائر
--------	---------

{ Z }

Zinc	الزئبق
Zoo Plankton	هائمات حيوانية



قائمة مصادر الكتاب العربية والأجنبية



قائمة المصادر العربية والاجنبية

- 1 . القرآن الكريم .
- 2 . الإمام أبو الفضل بن منظور ، لسان العرب .
- 3 . عبدالرحمن بن محمد بن خلدون ، مقدمة ابن خلدون ، منشورات مؤسسة الاعلمي للمطبوعات - بيروت 1981 .
- 4 . إدوارد سميث ، ترجمة سعد الدين خرفان ، من أجل البقاء أحياء ، طلاس للدراسات والترجمة والنشر - دمشق 1988 .
- 5 . علي مصطفى علاء الدين ، السيارة وتلوّث البيئة - دار الحدائق - بيروت 1990 .
- 6 . حسين العروسي ، التلوّث المنزلي - مكتبة المعارف الحديثة - الاسكندرية 1993 .
- 7 . جون جريين - ترجمة أحمد مستجير ، ظاهرة الصوبة - الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة 1992 .
- 8 . سعد شعبان ، التلوّث لعنة العصر - الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة 1988 .
- 9 . سفيان التل وآخرون ، حالة البيئة في الأردن - عمان 1989 .
- 10 . سعيد محمد الحفّار ، نحو بيئة أفضل - دار الثقافة ، الدوحة ، قطر 1985 .
- 11 . عدنان مساعدة وزميله ، التلوّث البيئي - الروزنا للطباعة ، اريد - الاردن 1996 .
- 12 . عبد الغني جميل السلطان ، الجو - عناصره وتقلباته ، منشورات وزارة الثقافة والاعلام العراقية - بغداد 1985 .
- 13 . احمد عبد الوهاب عبد الجواد ، القمامة - العربية للنشر والتوزيع ، القاهرة 1991 .
- 14 . سليمان العقيلي وزميله ، تلوّث الهواء - مكتب التربية العربي لدول الخليج ، الرياض 1990 .
- 15 . نوري الطيب وزميله ، قياس التلوّث البيئي - دار المريخ ، الرياض 1988 .
- 16 . علي حسن موسى ، السحب ، دار الفكر - دمشق 1988 .
- 17 . جون جريين - ترجمة احمد مستجير ، ثقب الازون - مركز النشر في جامعة القاهرة 1991 .
- 18 . كينيث ميلاني - ترجمة إزدهار الصابونجي ، بيولوجية التلوّث - جامعة البصرة 1984 .

- 19 . أحمد عبدالوهاب عبدالجواد ، المنهج الاسلامي لعلاج التلوث البيئي - الدار العربية للنشر والتوزيع ، القاهرة 1991 .
- 20 . أحمد عبدالوهاب عبدالجواد ، تلوث الهواء - الدار العربية للنشر والتوزيع ، القاهرة 1991 .
- 21 . إبراهيم نحّال ، اساسيات علم البيئة وتطبيقاته - منشورات جامعة حلب 1987 .
- 22 . سيفلي فوشو / جان فرانسو ، ترجمة اسعد مسلم ، التهديدات العالمية على البيئة - دار المستقبل العربي - القاهرة 1990 .
- 23 . نبيل صبحي ، الاسلحة الكيميائية والجرثومية - مؤسسة الرسالة ، بيروت 1990 .
- 24 . محمد ممتاز الجندى ، الصناعات الغذائية - دار المعارف ، مصر 1982 .
- 25 . يحيى محمد حسن ، مبادئ الصناعات الغذائية - عمادة شؤون المكتبات ، جامعة الرياض 1979 .
- 26 . ابراهيم علي جعبوب ، الحشرات المنزلية - دار المطبوعات الجديدة ، الاسكندرية 1973 .
- 27 . عذاب طاهر الكنانى ، خالد خورشيد كاظم ، البيئة الاشعاعية - وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - بغداد 1991 .
- 28 . عذاب طاهر الكنانى ، اسعد الخفاجي - الكشف عن الاشعاعات المؤينة ، بغداد 1990 .
- 29 . ابراهيم بدران ، هاني عبيد ، الطاقة النووية وحادثة تشيرنوبل - منشورات الجمعية العلمية الملكية - عمان 1988 .
- 30 . حسين السعدي وزملاؤه ، علم البيئة المائية - جامعة البصرة ، البصرة 1986 .
- 31 . رنيه كولاس ، ترجمة محمد يعقوب ، تلوث المياه - منشورات عويدات ، بيروت 1981 .
- 32 . هشام البرهاني ، الماء والصحة - دمشق 1988 .
- 33 . منظمة الصحة العالمية ، دلائل جودة المياه - منشورات المكتب الاقليمي لشرق البحر المتوسط ، الاسكندرية 1989 .
- 34 . عزيز احمد أمين ، ثروت صالح ، الكيمياء الصناعية - جامعة البصرة 1980 .

35. هلموت ستاف ، ترجمة محمد اسماعيل عبداللطيف ، الكيمياء الصناعية -
الاسس التكنولوجية دار الاهرام - دار النشر الشعبية للتأليف في لايزرغ - المانيا
1977 .
36. سعد الله النعيمي ، الاسمدة وخصوبة التربة - مديرية دار الكتب للطباعة
والنشر ، جامعة الموصل 1987 .
37. إس إل تسديل ، دبليونسلون ، ترجمة نزار يحيى احمد ، منذر المختار ،
خصوبة التربة والاسمدة الجزء الاول والجزء الثاني - جامعة بغداد 1987 .
38. اسماعيل عبدالمطلب الخطيب ، سموم التدخين ووسائل العلاج ، دار الزهراء -
القاهرة 1990 .
39. فريال ابراهيم الحميم ، علم المياه العذبة - جامعة البصرة ، 1986 .
40. منصور محمد حسب النبي ، عجائب واسرار الاشعاع الذري والطاقة النووية ،
مكتبة النهضة المصرية ، القاهرة 1992 .
41. جمعية حماية البيئة الكويتية ، الامراض الوراثية والبيئية ، 1986 .
42. عبد المطلب سيد محمد ، البناء الضوئي ، جامعة الموصل 1983 .
43. حسن سيد ابو العينين ، اصول الجغرافيا المناخية ، مؤسسة الثقافة الجامعية للطبع
والنشر والتوزيع - الاسكندرية 1988 .
44. لطيف حميد علي ، التلوث الصناعي ، الموصل - جامعة الموصل 1988 .
45. عبدالواحد اسماعيل القاضي ، الاسلام والبيئة ، دار الاعتصام للطبع والنشر -
القاهرة 1991 .
46. دينيس أوين ، ترجمة احمد مستجير ، البيئة وقضاياها - مركز النشر لجامعة
القاهرة 1992 .
47. عادل جرار ، البلاستيك في حياتنا ، منشورات الجمعية العلمية الملكية 1977 .
48. دورثي دوسيك ، دانييل جيرداكو ، ترجمة عمر شاهين ، خضر نصار ،
المخدرات حقائق وارقام ، مركز الكتب الاردني - عمان 1988 .
49. احمد عبدالهادي الراوي وزملاؤه ، كيمياء التربة - مطبعة جامعة بغداد 1986 .
50. ك كладكوف ، ترجمة عبدالرزاق المخزومي ، الدرة من الالف الى الياء ،
منشورات وزارة الثقافة العراقية - بغداد 1987 .
51. هديل توفيق الحديثي ، الاحياء المجهرية المائية - جامعة البصرة 1986 .

52. محمد رشاد عامر ، الموجز في علم التغذية ، دار القلم ، الكويت 1982 .
53. حمزة محمد النخال ، علم الاحياء الدقيقة ، مطابع الطويجي التجارية - القاهرة 1987 .
54. ابراهيم مطاوع ، التربية البيئية ، دار المعرفة الجامعية - الاسكندرية 1988 .
55. محمد خلف اللافي ، التلوث البيئي بين الاسلام والقانون الدولي والتطبيق الاردني - عمان 1994 .
56. برنامج الامم المتحدة ، الجمهور والبيئة (حالة البيئة) - جنيف 1988 .
57. جمعية البيئة الاردنية ، ندوة حماية مصادر المياه في الاردن من التلوث - عمان 1990 .
58. محمد ممتاز الجندي ، تقييم الاغذية ومراقبة الانتاج - القاهرة 1988 .
59. عبد المنعم بليغ ، خصوبة الاراضي والتسميد ، دار المطبوعات الجديدة الاسكندرية 1989 .
60. أسفار شهاب الشبيب ، البكتيريا المرضية المعوية ، بغداد - 1989 .
61. هادي كاظم عوض ، ساجدة عبد الحميد ، الكيمياء التحليلية ، وزارة التعليم العالي - بغداد 1982 .
62. فهمي حسن أمين ، تلوث الهواء (مصادره ، اخطاره ، علاجه) دار العلوم للطباعة والنشر - الرياض 1994 .
63. محمد الحسن و ابراهيم المعتاز ، ملوثات البيئة (اضرارها ، مصادرها ومعالجتها) مكتبة الخزرجي - الرياض 1988 .
64. كيلبرت ماسترز ، ترجمة طارق محمد صالح ومنتصر صالح ، مدخل الى العلوم البيئية ، جامعة اليرموك 1985 .
65. مؤسسة فريدرش ناومان وجمعية البيئة الاردنية ، دراسات وابحاث بيئية ، جمعية عمال المطابع التعاونية - عمان 1993 .
66. طالب ناهي الخفاجي ، منشآت توليد الطاقة النووية ، دار الرشيد للنشر ، منشورات وزارة الثقافة والاعلام العراقية ، السلسلة العلمية (14) ، 1982 .
67. احمد صبري عبدالغفار ، محمود ابراهيم فهمي ، اساسيات علم الاراضي ، مطابع ريوال - الاسكندرية 1989 .

68. علي زين العابدين ، محمد بن عبدالمرتضى ، تلوث البيئة ثمن للمدينة ، المكتبة
الأكاديمية - القاهرة 1992 .
69. النشرة الشهرية لمنظمة الصحة العالمية WHO ، مجلد 24 عدد 3 عام 1970 .
70. المجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا ، سياسات واستراتيجيات العلوم في قطاع
البيئة ، عمان 1993 .
71. محمد شطناوي وزميله ، دليل نوعية مياه الري ، مركز البحوث والدراسات
المائية ، الجامعة الاردنية - عمان 1994 .
72. ابراهيم نحال ، التلوث وحماية البيئة ، الاهالي للطباعة والنشر والتوزيع ،
دمشق 1988 .
73. كامل سعيد جواد زملاؤه ، خصوبة التربة والتسميد ، وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي - بغداد 1990 .
74. عبد الله الصبيدي ، البيئة والتنمية : دراسة لعوامل التصحر وآثاره الاقتصادية
في مصر 1994 .
75. ليستر آر بروان وآخرون ، ترجمة علي حسين حجاج ، اوضاع العالم 1993 ،
دار البشير للنشر والتوزيع - عمان 1995 .
76. باسل عبدالجبار عبداللطيف ، تلوث البيئة والسيطرة عليه - جامعة بغداد 1990 .
77. طارق احمد محمود ، علم وتكنولوجيا البيئة ، جامعة الموصل 1988 .
78. لورنت هوجز ، ترجمة محمد عمار الراوي ، عبد الرحيم محمد عشمير ،
التلوث البيئي ، وزارة التعليم والبحث العلمي - بغداد 1989 .
79. إبراهيم الجندي ، التلوث يخنق العالم ، العربي للنشر والتوزيع ، القاهرة 1992 .
80. وقائع ندوة حماية البيئة من ملوثات الصناعة النفطية ، منظمة الاقطار العربية
المصدرة للبترول ، الكويت 1982 .
81. جودة حسنين جودة ، الجغرافيا المناخية والنباتية ، دار المعرفة الجامعية ،
الاسكندرية 1989 .
82. عبدالمحسن عبدالحמיד الحيدري ، مخاطر العمل ووسائل السلامة العامة في
الاقسام الكيماوية ، مكتب الطباعة المركزي - جامعة بغداد 1991 .
83. حمد الرفعي ، التدخين (مضاره وكيفية التخلص منه) ، دار الكتب الوطنية -
بنغازي 1994 .

84. إسلام أحمد مدحت ، التلوث مشكلة العصر، سلسلة عالم المعرفة العدد 152 - الكويت 1990 .
85. سامح غرابية وزميله ، المدخل الى العلوم البيئية ، دار الشرق للنشر والتوزيع - عمان 1987 .
86. إبراهيم نحّال ، التصحر في الوطن العربي ، معهد الانماء العربي - بيروت 1987.
87. أنسام علاء الدين ، ارتفاع نسبة سرطان الدم عند الاطفال العراقيين خلال الاعوام (1995 - 1993) بسبب التلوث الناجم عن حرب الخليج ، رسالة دكتوراه غير منشورة - جامعة بغداد 1996 .
88. كامل الزبون ، الملوثات المتبعثة من عوادم السيارات في الاردن ، رسالة ماجستير غير منشورة - الجامعة الاردنية 1995 .
89. محمد الدمهوري ، تأثير التلوث الجوي بغبار الاسمنت في مدينة الفحيص ، رسالة ماجستير غير منشورة - الجامعة الاردنية 1995 .
90. حامد الخطيب ، تلوث الهواء في مدينة الرصيفة بغبار الفوسفات وأثرها على الصحة والعامه ، رسالة ماجستير غير منشورة - الجامعة الاردنية 1985 .
91. دراسة اعدها البنك الدولي حول برنامج شراكة للعمل البيئي 1994 .
92. دراسة قام بها فريق بحث من كلية الطب ، جامعة ألبرت اينشتين ، التسمم بالرصا ص خطر يهدد الاطفال ، جريدة الرأي عدد رقم 8290 تاريخ 23/ 4/1994 .
93. تقرير برنامج الامم المتحدة للبيئة عام 1985 و 1989 .
94. تقرير علمي صادر عن المؤتمر الجيولوجي الدولي الذي عقد في بكين عام 1996.
95. دراسة حول أثر حرب الخليج الثانية على البيئة أعدها فريق من العلماء - بقلم زهير الكرمي - جريدة صوت الشعب بتاريخ 3/ 1/1991 .
96. تقرير صادر عن المؤتمر الدولي الخاص بمنع ناقلات النفط الكبيرة من تفريغ النفايات وحماية البيئة البحرية - مسقط 1995 .
97. تقرير المؤتمر الدولي للتدخين الذي عقد في باريس عام 1995 .
98. تقرير منظمة الاغذية والزراعة الدولية « الفاو » عام 1994 .
99. تقرير المؤتمر البيئي الذي عقد في بودابست عام 1992 .

100. دراسة أعدها قسم الامراض غير السارية في وزارة الصحة الاردنية ، كانون الثاني 1996 .
101. تقرير عن آثار المطر الحامضي على التربة الزراعية - مجلة البيئة البريطانية 1994.
102. منظمة الصحة العالمية ، تقييم بعض المضافات الغذائية ، التقرير السادس والعشرون - جنيف 1983 .
103. منظمة الصحة العالمية ، تقييم بعض المضافات الغذائية ، التقرير السابع والعشرون - جنيف 1984 .
104. البرنامج الدولي للتربية البيئية المشترك بين اليونسكو وبرنامج الامم المتحدة ، سلسلة التربية البيئية رقم (9) لعام 1989 .
105. البرنامج الدولي للتربية البيئية المشترك بين اليونسكو وبرنامج الامم المتحدة ، سلسلة التربية البيئية رقم (13) لعام 1989 .
106. البرنامج الدولي للتربية البيئية المشترك بين اليونسكو وبرنامج الامم المتحدة ، سلسلة التربية البيئية رقم (30) لعام 1989 .
107. مجلة القافلة: الاعداد (1987) 2 ، (1995) 7,11,12 ، (1996) 2,3,9,11 (1997) 8,10,11 .
108. مجلة البيئة : (1983) 18 ، والعدد الصادر في نيسان عام 1989 .
109. رسالة البيئة : الاعداد (1992) 2,3 ، (1996) 17 ، 16 .
110. مجلة الريم : الاعداد (1992) 47 ، (1996) 57,58 .
111. مجلة العربي : الاعداد (1985) 319 ، (1986) 330 ، (1990) 375 .
112. كلمة دولة الاستاذ احمد عبيدات ، رئيس جمعية البيئة الاردنية ، ندوة التلوث والحفاظ على المياه والبيئة بتاريخ 20/ 3/1995 .
113. جواد العناني ، قضايا اقتصادية ، جريدة الدستور بتاريخ 17/ 4/1995 .
114. عدنان مساعدة ، تلوث المياه ضمن دائرة فقدان التوازن البيئي ، جريدة الدستور ، عدد رقم 8395 تاريخ 3/ 1/ 1991 .
115. عدنان مساعدة ، التلوث البيئي على ارضية اعلان الاردن منطقة محرمة على النفايات ، جريدة صوت الشعب 1989 .
116. عدنان مساعدة ، ارقام في التدخين ، جريدة رحاب الجامعة - جامعة العلوم والتكنولوجيا بتاريخ 31/ 10/1989 .

117. محمد شريف الجيوسي ، قضايا المياه في الشرق الاوسط ، جريدة الدستور عدد رقم 10427 تاريخ 2/ 9/ 1996 .
118. حمد الله النابلسي ، تدوير النفايات واهميتها الاقتصادية ، جريدة الرستور عدد 8026 تاريخ 31/ 7/1992 .
119. عمر الخشمان ، مستقبل المياه في الاردن ، جريدة الرأي عدد رقم 8977 تاريخ 24/ 3/1995 .
120. عدنان مساعده ، تلوث الهواء بالكيماويات ، جريدة الرأي ، عدد رقم 9557 تاريخ 1/ 11/1996 .
121. عدنان مساعده ، التلوث الغذائي بالكيماويات ، جريدة الرأي ، عدد رقم 9583 تاريخ 27/ 11/1996 .
122. عدنان مساعده ، تلوث المياه بالكيماويات ، جريدة الدستور ، بتاريخ 20/ 2/1996 .
123. فريق من الجامعة الاردنية ، تعقيم التربة باستخدام امكانات الطاقة الشمسية ، جريدة الرأي ، تاريخ 14/ 2/1996 .
124. عدنان مساعده ، تلوث البيئة بسبب التدخين ، جريدة الدستور ، عدد 10544 بتاريخ 28/ 12/1996 .
125. جريدة الدستور : الاعداد 8019 ، 9019 ، 9211 ، 10620 .
126. سمير رضوان ، احتضار البحار ، جريدة الرأي تاريخ 24/ 4/1992 .
127. أمين مشعل ، أخصائي برامج اليونسكو لعلوم البحار والبيئة في الدول العربية ، ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة ، صحافة اليرموك التي تصدر عن جامعة اليرموك في الاردن تاريخ 1/ 2/1990 .
128. أسعد الاسطواني ، التصدعات في طبقة الاوزون ، صحافة اليرموك التي تصدر عن جامعة اليرموك في الاردن تاريخ 1/ 12/1990 .
129. جريدة صوت الشعب الاردنية ، التلوث البيئي وراء تشوهات الاجنة ، عدد رقم 3045 تاريخ 11/ 10/1991 .
130. جريدة الرأي الاعداد : 9490 ، 9612 ، 9624 ، 9720 .

131. V.A. Filov, A.L. Bandman and B.A. Ivin , Harmful Chemical Substances , Volume I , Ellis Horwood , London , U. K. (1993) .
132. F.S.Rowland , I.S.A Isaksen , The changing Atmosphere, physical , chemical and Earth Science Report 7, John wiley & sons , chichesrter , U.K. (1988) .
133. W.J MCG Tegart and GW Sheldon , Climate change 1992, Australian Government publishing Service , Canberra , (1993) .
134. Jon Erickson , Green House Earth Tomorrow's Disaster Today, TAB Boods , Blue Ridge Summit , PA, U.S.A, (1990) .
135. L.W. Canter and R.C. Knox, Ground water pollution control, lewis publishers , INC.,U.S.A; (1985) .
136. Farhataziz and Michael A.J.Rodgers, Radiation chemistry , VCH publishers , U.S.A., (1987) .
137. Jerome D. Nriagu and Milagros S. Simmons , Food contamination from Environment sources , New York : Willey (1990) .
138. Seymour Calvert , Harold M. Englund , Hand Book of Air Pollution Technology - NewYork : John Willey and Sons (1984) .
139. David A. Dunnette , Robert J. O'Brien , The Impact of Humman Activities on The Environment - Washington , D.C.,American chemical Symposium, (1992) .
140. WHO , Rapid assessment of source of Air , Water and Land Pollution , (publication no. 62) , Geneva , (1982) .
141. H.R. Quantic , Activation in crop protection , pollution and Insect Control , London : Collins (1985) .
142. Herman Koren , Hand Book of Enviromental Health and Safety - 2nd ed. , Mich : Lewis , (1991) .
143. Paul M. Newberne , Trace substance and Health , Newyork : M. Dekker (1982) .
144. Trefor Williams Alysoun Moon, Margert Williams , Food , Environment and Health - Geneva : WHO (1990) .
145. H.M. , Environmental pollution Atomsphere, Land , Water , Noise John Willey and sons , chichester , (1981) .
146. Walker C. , Environmental Pollution by chemicals , Hutchison and Co. Ltd. , London , (1975) .

147. Skoog , D.A. and west , D.M. , Fundamental of Analytical Chemistry , Holt, Rinehart and Winston , NewYork , (1976) .
148. Robert A. Baker , contaminants and sediments Vol. (I + II) , Ann Arbor Science Publishers , Michigan (1980) .
149. James D. Mc Kinney , Environmental Health Chemistry , (1981)
150. John R. Holum , Fundamentals of General Organic and Biological Chemistry , 3rd edition , (1986) .
151. Goulden , P.D. , Environmental Pollution Analysis , Heyden and sons Ltd . , London , (1978) .
152. Jacobs , M.B. , The chemical Analysis of Air pollution , Wiley Inter Science , NewYork , (1960) .
153. Coggle J.E. , Biological Effects of Radiation , International Publications ,Tylor and Franics , (1983) .
154. Bert Bolin , Bo R. Doos , Richard Warrick , Jill Jager , The Green House Effect , Climate change and Ecosystems , (1986) .
155. P. D. Abel , Water Pollution Biology , Chichester : Ellis Horwood, (1989) .
156. Chris A. Glausen III , Guy Mattson , principles of Industrial chemistry , 4th edition (1978) .
157. A. V. S. S. Rama Rao , Text Book of Biochemistry , 5th edition , L.K. & S. publishers , India , (1987) .
158. K. K. Chin and K. Kumara sivam , water Science and Technology , Vol. 18 , No. 3 , (1986) .
159. WHO , Guide lines for drinking water quality , vol. 3 , Drinking Water quality Control in small Community supplies , Geneva , (1985) .
160. WHO , Evaluation of some pesticides Residues in Food , Geneva , (1970) .
161. The Royal society of chemistry , Analytical Abstracts , vome 58 (6) June (1996) .
162. The Royal society of chemistry , Analytical Abstracts, volume 12 , December (1995) .
163. The Royal society of chermistry , Analytical Abstracts, Volume 56 (7) , July (1994) .

164. The Royal Society of chemistry , Analytical Abstracts , Volume 56 (9) , September (1994) .
165. The Archives of Environmental Health , Vol. 50 (1) January / February , (1995) .
166. The Archives of Environmental Health , Vol. 50 (6) November / December , (1995) .
167. The Archives of Environmental Health , Vol. 49 (1) January / February , (1994) .
168. Analytical letters Vol. (21) , No. (3) . (1988) .
169. Intergovernmental conference on Environmental Education , Tiblisi , USSR, 14 - 26 October 1977 , Final Report , Paris , Unesco , (1978) .
170. United Nations Conference on the Humman Environment, Stockholm , 5 - 16 June 1972 , Report , Newyork , United Nations , (1973) .
171. Roy M. Harrison and spyride Rapsomaikis , Environmental Analysis Using Interfaced with Atomic Spectroscopy , Newyork : Willey (1989) .
172. Edward Goldberg , Black Carbon in the Environment , Newyork : Willy (1985) .
173. T. C. Hutchinson and K. M. Meema , Lead , Mercury , Cadmium and Arsenic in the Environment - chichester : willey (1987) .
174. Stanley E. Manahan , Environmental chemistry , 4th ed. - Boston : Willard Grant Press , (1984) .
175. Kurt J. Irgolic and Arthur E. Martell , Environmental Inorganic chemistry , Florida : VCH , (1985) .
176. Roger N. Reeve Environmental Analysis , Chichester : John willey and sons , (1994) .
177. The Janssen chemica Catalogue Hand Book of Fine chemicals For Research and Industry , Janssen Pharmaceutica , Belguium (1988 - 1990) .
178. Bruel & Kjaer , Noise Control , 2nd edition - Denemark , (1982) .
179. F. R. Connor , Noise, 2nd ed . - London : Edward Arnold , (1982) .

180. M. Kovacs ; Pollution Control and conservation , Translation editor T. Waldmeyer - chichester : Ellis Horwood , (1985) .
181. Sttig Marshal Park ridge , Pollution Technology revie No.34 [Particular and fine dust Removal], N. J : Noyes data crop . , (1977) .
182. Sttig Marshal Park ridge , Pollution Technology revie No. 30 [Toxic Metals : Pollution Control and Worker protection], N.J : Noyes data crop . , (1976) .
183. Sttig Marshal park ridge , pollution Technology revie No. 43 [Vinyl chloride & PVC Manufacture : process and Environmental aspects], N. J : Noyes data crop . , (1978) .
184. Arthur C. Stern , Air pollution , 3rd edition , Vol. (I,II,III,IV,V) , United Kingdom edition published by Academic press INC Harcourt Brace Jovanovich publishers , (1976) .
185. K. K. Chin and K. Kumarasivam , Industrial Water Technology : (Treatment , Reverse and Recycling) , printed in United KIngdom by Wheaton & Co. Ltd . Exter (1986) .
186. Morisson and Boyd , Organic chemistry , 3rd edition , Allyn & Bacon , INC. U. S. A. (1979) .
187. Charles R. Craig , Robert E. stitzed , Modern Pharmacology , 4rth ed. Printed in USA , Little and Brown Company , (1994) .
188. John Macleod , Christopher Edwards , Lan Boucher , Davidson's Principles and practice of Medicine , Fifteenth edition , English Language Book Society - Churchill Livingstone , (1987) .
189. Mary Anne Koda Kimble , LLoyd yee yound , Applied Therapeutic - The Clinical Use of Drugs , Edward's Brother , Ann Arbor Michigan , (1992) .
190. George A. Olah , Arpad Molnar , Hydrocarbon Chemistry, John wiley & Sons , INC. , Newyork - U. S. A. , (1995) .
191. Bernard Moody , Comparative Inorganic Chemistry , 3rd edition , British library cataloguing in Publication Data , (1991) .
192. David R. Patrick , Van Nostrand Reinhold , Toxic Air pollution , Newyork U. S. A. , (1994) .
193. F. W. Fifield and D. Kealey , principles and practice of Analytical chemistry , 2nd edition , International Text Book Company , Glasgow , U. K. , (1983) .

194. FAO and WHO , Pesticide Residues in food - 1983 , Report sponsored jointly by FAO & WHO , Geneva (5 - 14) December (1983) .
195. Gobriel Bitton . Waste Water Microbiology , Newyork , N. Y. John Wiley & Sons , (1994) .
196. Gordon A. Mofeters . Drinking Water Microbiology , Newyork , N. Y : Springer - Verlag , (1990) .
197. J. Malleviall I. H. Suffet , Influence and Removal of Organics in drinking Water , Lewis publishers , U. S. A. , (1992) .
198. American Works Association , Water quality and Treatment : A hand book of community water supplies, 4rth edition - Newyork ,N. Y : Mcgrow - Hill (1990) .
199. T. D. Mark and G. H. Dunn, Electron Impact Ionization, Spriger - Verlag wien , Newyork , (1985) .
200. Dahlem Konferenzen , M. Bernhard , F. t. Brinckman , The Importance of chemical "Speciation" in Environmental processes , springer - verlag , (1984) .
201. DANIEL D. CHIRAS , Environmental Science , A frame work for Decision Making , The Benjamin / Cummings publishing company , INC. , California , (1988) .

المؤلف

عدنان محمد مساعده

- ✻ من مواليد مدينة السلط عام 1961 .
- ✻ تلقى تعليمه الابتدائي والاعدادي والثانوي في مدارس زمال وسموع ودير أبي سعيد في لواء الكورة (1978 - 1967) .
- ✻ أنهى تعليمه الثانوي من مدرسة إربد الثانوية عام 1979 .
- ✻ التحق في جامعة اليرموك - كلية العلوم وتخرج من قسم الكيمياء عام 1983 .
- ✻ مثل جامعة اليرموك في ندوة الطلاب الجامعي المنعقدة خلال الفترة (22 - 17) نيسان 1982 .
- ✻ عمل مدرساً للعلوم والكيمياء في وزارة التربية والتعليم لمدة عامين (1986 - 1984) .
- ✻ التحق بالعمل في جامعة العلوم والتكنولوجيا عام 1986 ولغاية الآن .
- ✻ كتب في العديد من الصحف والمجلات وله اهتمامات فكرية وأدبية وعلمية .
- ✻ صدر له كتاب بعنوان التلوث البيئي : مصادر التلوث ، التربية البيئية في الاسلام ، واقع التجربة الاردنية ، اقتراحات وحلول عام 1996 .
- ✻ له كتاب تحت الطبع بعنوان : انهماكية النفس في عالم الضياع .
- ✻ أعد دراسة بعنوان (التربية والاعلام البيئي) عام 1997 ، قدمت الى جامعة الدول العربية - الامانة الفنية لمجلس الوزراء العرب المسؤولة عن شؤون البيئة .
- ✻ عضو الهيئة العامة في جمعية البيئة الاردنية .
- ✻ عضو الهيئة العامة في الجمعية الكيميائية الاردنية .

صف وطباعة واخراج



شركة مطبعة الشعب

اربند - هاتف ٢٤٢٣٨٨



لقد حرصت على تنوع مصادر هذا الكتاب العلمية لتعطيه زخماً وشمولية ، وليستفيد منه طلبة المدارس والمعاهد العليا والجامعات والمهتمون والمختصون . وأرجو الله تعالى أن أكون قد وفقت في تقديم طرح علمي دقيق لمشكلة التلوث البيئي ، لأن الواجب يُحتم علينا أن نسهم في تحليل هذه المشكلة من مختلف أبعادها العلمية والتربوية والاقتصادية والاجتماعية ليتم إنقاذ ما يمكن إنقاذه من مظاهر الاستنزاف ويهدر للموارد الطبيعية التي هي أساس التوازن البيئي في هذا الوجود .

المؤلف